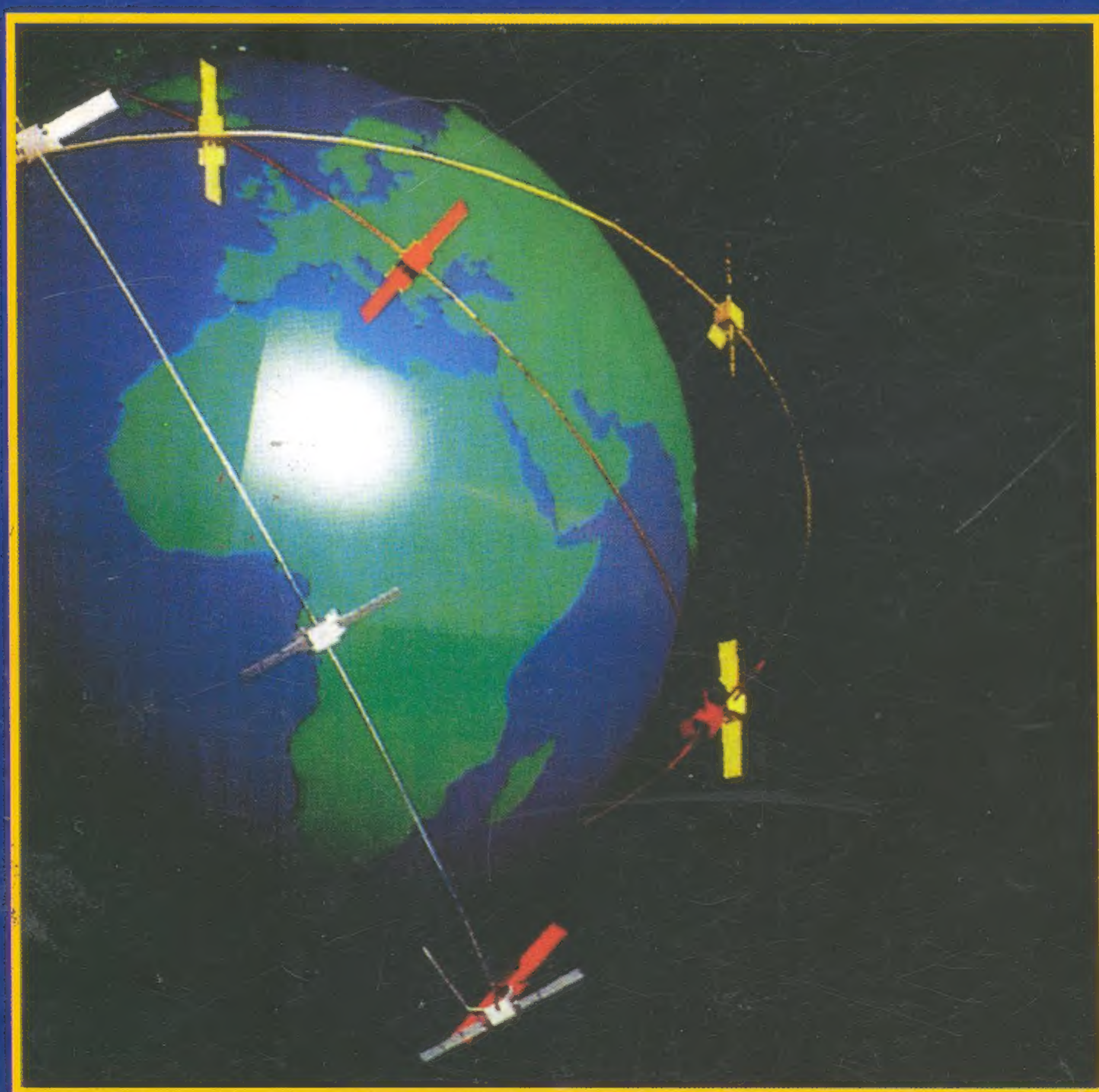


أ.د. حسنيہ موسى



الدنيا الجديدة

قصة العصر الذري



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

سلسلة دنيا العلم

الكتاب الثانى

الطبعة الأولى

١٩٩٩

دنيا العلم

سلسلة من الكتب العلمية الثقافية. تتناول جوانب المعرفة العلمية المبسطة للقارئ غير المتخصص وتساعد على معرفة العالم من حوله

لا يجوز نشر أى جزء من هذا الكتاب أو اختزال مادته بطريقة الاسترجاع أو نقله على أى نحو وبأى طريقة ،سواء كانت إلكترونية أو ميكانيكية أو بالتصوير أو التسجيل أو خلافه ومن يخالف ذلك يعرض نفسه للمسائلة القانونية.

الدنيا الجديدة

قصة العصر الذري

أ. د. حسني موسى

حائزه لجائزة التشجيع العلمى

المحتويات

الصفحة

٨	إهداء
٩	سلسلة دنيا العلم
١٠	تمهيد
١١	المقدمة
	الفصل الأول
١٤	العبور إلى الدنيا الجديدة
١٥	الذرة و النظريات القديمة
١٥	المادة الكونية
١٨	الصورة الجديدة للذرة
١٨	أشعه المهبط
١٨	جسيمات اصغر من الذرة
١٩	الأشعة الموجبة والبروتون
	الفصل الثانى
٢٢	النشاط الاشعاعى
٢٣	اكتشاف البولونيوم والراديوم
٢٥	العنصر السحرى
٢٨	دراسة النشاط الإشعاعى
٣١	تركيب الذرة
٣٢	اكتشاف البروتون
٣٢	اكتشاف النيوترون
٣٣	النموذج المقترح للذرة
٣٥	فترة عمر النصف

٣٧	النظائر المشعة
٣٨	النشاط الاشعاعى الصناعى
٣٩	قذائف من نوع جديد
٤٠	التحكم فى القذائف الذرية
٤١	انشطار النوواة
٤٢	الطاقة النووية
٤٣	التفاعل المتسلسل
٤٤	البحوث الذرية توجه لصالح الحرب العالمية الثانية
٤٥	أمريكا تستقطب العلماء

الفصل الثالث

٤٨	مولد العصر الذرى
٤٩	رسالة عاجله الى الرئيس روزفلت
٥٠	دخول أمريكا الحرب واثر ذلك على البحوث الذرية
٥١	العلماء يرحلون الى شيكاغو
٥١	مشروع مت لاب
٥٢	التجربة الحاسمة
٥٣	العبور الى الدنيا الجديدة
٥٤	من المفاعل الذرى إلى القنبلة الذرية
٥٧	البحوث الذرية فى ألمانيا النازية
٥٨	القنابل الذرية صناعه الفكر الألمانى

الفصل الرابع

٦٤	التجربة الأولى للقنبلة الذرية
٦٤	الحرب النفسية
٦٧	اليابان دأبت على مواجه الكوارث
٦٩	مدينه هيروشيما اليابانية

الفصل الخامس

٧٢	القنابل الذرية تنهى الحرب العالمية الثانية
٧٤	هيروشيما تغرق
٧٤	هيروشيما تحترق
٧٥	هيروشيما تختفى من الوجود
٧٥	انقلاب عسكري في اليابان
٧٥	الإمبراطور يذيع بيانا إذاعيا
٧٦	اليابان تستسلم

الفصل السادس

٨٠	آثار القصف الذرى
٨٠	مآسى تتبعها مآسى
٨١	الآثار الناجمة عن الإشعاع
٨٣	آثار الوميض
٨٣	التأثير الحرارى الذرى على النباتات
٨٤	المرض الحديث
٨٤	العلماء اليابانيون والبحوث الذرية
٨٥	إعادة تعمير هيروشيما
٨٦	استطلاع الرأى العام فى اليابان

الفصل السابع

٩٤	تكنولوجيا تفجير القنبلة الذرية
٩٥	العصر الذرى والحرب الباردة

الفصل الثامن

١٠٠	الدرة فى خدمه السلام
١٠٢	من القنبلة الذرية الى الصاروخ

١٠٣ البحث عن اليورانيوم

١٠٤ إنتاج الطاقة الذرية لتوليد الكهرباء

١٠٥ الوكالة الدولية للطاقة الذرية

الفصل التاسع

١٠٨ المفاعل النووى

١٠٩ العثور على حجر الفلاسفة

١٠٩ المفاعلات النووية تجتاح دول العالم

١١٥ مصر والطاقة النووية

١١٩ المراجع العربية

١٢١ المراجع الأجنبية

بسم الله الرحمن الرحيم

إهداء

إلى أبناء العصر الذرى الذى نعيش بداياته...

إلى الأجيال المتطلعة الى سلام شامل ودائم...

إلى شباب الجيل الذى لا يعرف الحرب وأهوالها...

إلى الراغبين فى معرفة كنه العالم الذى نعيشه الآن...

إلى الباحثين فى قصة الذرة والإشعاع والطاقة الذرية...

إلى طلاب الثقافة والمعرفة...

أهدى كتابى هذا

المؤلفة

بسم الله الرحمن الرحيم

هذه السلسلة

من دنيا العلم

ما أجمل أن تكون الحقائق العلمية والتاريخية واضحة المعالم. وما أروع أن يسخر العلم كي ينقشع الضباب وتتضح الرؤيا.

وما أسمى أن نسهم بإضافة حلقات جديدة في سلسلة المعارف والعلوم التي تداولتها وأضافت إليها شعوب المشرق والمغرب بالتناوب عبر العصور. فما أن تخبو جذوة العلم عند قوم حتى يحمل مشعل الهداية قوم آخرون.

وما أحوج شباب اليوم أن يسمو بفكره ويطفئ ظمأه بجرعات من مناهل العلم، تتناثر خلال حياته كنجوم مضيئة. وأن يعرف شيئاً من أعمال الرواد الأوائل الذين أقاموا من الجهد والعلم والمال والصبر والعزيمة، والتعاون العلمي الصادق درجاً، يرجون منه إلى منافذ السماء بسلطان. ليقفوا على قبس ضئيل من أسرار هذا الكون وعظمته.

هذه المجموعة من الكتب العلمية المبسطة، تهين للقارئ العربي زاداً يشبع به حاجته في شتى مناحي المعرفة. وتوضح أعمال العلماء الذين أرسوا قواعد العلم. ونسجوا بفكرهم حضارة الإنسان وثقافته. فكان لهم قصب السبق، ينير لنا الطريق. قطرات معدودات مما أفاضت به المراجع من كنوز العلم وثمار المعرفة.

ولا أدعى أنني قد استقصيت كل ما هو مدون بالتراث. بل حاولت جهد استطاعتي الإلمام بخلاصة هذا التدوين في كتيبات تناول كل منها موضوعاً مستقلاً.

أرجو أن أكون بهذا العمل. قد وفقت إلى إضافة الجديد والمفيد لقراء اللغة العربية.

المؤلفة

تمهيد

فى ذكرى مرور مائة عام على اكتشاف ظاهرة النشاط الإشعاعى. وفى ذكرى مرور خمسين عاما على دخول البشرية فى عصرها الذرى، وقبل أن يوشك القرن العشرين، أن يوصد أبوابه معلنا عن رحيله، يسعدنى أن أقدم بكتاب "الدنيا الجديدة" الى قراء اللغة العربية، للتبصير بمجريات الأحداث العلمية التى بدأت مع بداية قرننا الحالى متمثلة فى البحوث الذرية التى أدت الى التوصل الى الطاقة الذرية.

فى اليوم الثانى من ديسمبر عام ١٩٤٢ وليس قبل ذلك، أمكن للإنسان إجراء أول تفاعل ذرى يقيم نفسه بنفسه.

ولأول مره فى تاريخ البشرية الطويل والذى يقدر بملايين السنين، أصبح فى قدرة الإنسان أن يستغل طاقه، ليست الشمس مصدرها. لكى يبدأ عصرا جديدا لقب بالعصر الذرى.

وكتاب الدنيا الجديدة هو الكتاب الثانى فى سلسلة "دنيا العلم" التى تتناول تاريخ العلم منذ البداية فى صورته ميسره للقارئ غير المتخصص.

٥٠١٠ حسنيه موسى

يروى لنا تاريخ هذا العصر قصة الصراع الخالد بين الإنسان وبين غياهب الطبيعة وأسرارها. إنها قصة البحث الدائم عن ماهية الكون وكنهه ومكونات المادة وخباياها، أبطالها هم أعلام العلماء الذين حازوا على جوائز نوبل في الفيزياء والكيمياء. ومنهم الرجال ومنهم أيضا النساء. ومنهم من واصل الليل بالنهار قابعا في محرابه حتى اهتدى بنور العلم إلى كثير من الحقائق التي ظلت خافية على بني البشر منذ أن كان على وجه الأرض إنسان يعي ويدرك ويبصر.

ويستعرض هذا الكتاب جهود العلماء المضنية في سبيل تحطيم الذرة ومعرفة مكوناتها. وكيف أن المادة المتمثلة في كل شيء في الوجود كالماء والهواء والتراب والمعادن وأجسام الكائنات وأيضا النجوم المتألقة في السماء، تتركب من عدد من الجسيمات المكهربة وغير المكهربة. ومن ذرات العناصر تتكون الجزيئات، ومن الجزيئات تتكون سائر المواد. وبتفتيت نواة الذرة والاستفادة من الطاقة الكامنة بها أمكن الحصول على مصدر جديد للطاقة فتح آفاقا عديدة لعصر جديد.

ويتضمن كتاب "الدنيا الجديدة" القصة الكاملة للعصر الذري وكيف تم للعلماء استغلال الطاقة الجديدة في صناعة القنابل الذرية لإنهاء الحرب العالمية الثانية.

وفي غضون نصف قرن من الزمان، تم تطبيق المفاهيم الذرية على النطاق الصناعي والتجاري والعلمي، وتقدمت الصناعات الذرية تقدما مذهلا، ونشأت صناعات جديدة، واتسع حقل التطبيق فعرفت النظائر المشعة وطاقه الاندماج النووي حتى لقب هذا العصر بالعصر الذري.

لقد كان لهذه التكنولوجيا الجديدة أثر واضح وملاموس في إنعاش كثير من دول العالم وفي خلق حضارات وفي بناء مجتمعات جديدة وفي تقدم المدنية تقدما عظيما حتى وصلنا الى ما نحن عليه الآن.

بهذه القصة الواقعية ننقل إلى شباب الجيل والاجيال الصاعدة صورة موجزة. عن أهم الأحداث العلمية التي أحدثت إنقلابا تاما في فترة وجيزة من تاريخ البشرية الطويل. راجين لشباب اليوم أن يشارك بعلمه وفكره وجهده وعزمه في خدمة قضايا السلام للعبور إلى الدنيا الجديدة مع بداية قرن جديد.

المؤلفة

الفصل الأول

العبور إلى الدنيا الجديدة

"... قد يسعدك أن تعلم أن البحار الايطالى قد وصل من توه الى الدنيا الجديدة."

بهذه العبارة التاريخية الغامضة، يستهل "آرثر. كومبتن" حديثه هاتفيا مع "جيمس.ب. كونانت"، الذى يتساءل فى لهفة شديدة، "... أحقا ما تقول يا آرثر؟!، وهل أبدى المواطنون مودة له.؟" فيجيب آرثر: لقد وصلوا جميعا سالمين سعداء.

لم تكن هذه الكلمات الغامضة سوى تعبير بالشفرة عن شروق شمس العصر الذرى.

أما البحار الايطالى فهو عالم الطبيعة، الايطالى الأصل والنشأة، الأمريكى الجنسية والحاصل على جائزة نوبل فى الفيزياء. وهو الذى يطلق اسمه على المفاعل الذرى حيث يعرف بمفاعل فيرمى.

وأما المكان فهو ملاعب الاسكواش فى إستاد جامعة شيكاغو حيث يحتشد العاملون أمام تجربتهم الحاسمة، ينتظرون شيئا ما غامضا سوف يحدث، وإذا بقضيب من عنصر الكادميوم يخرج ببطء من جسم غريب على هيئة كره ضخمة، تبدو وكأنها خلية نحل.

وفى تمام الساعة الثالثة والثلث من بعد ظهر اليوم الثانى من ديسمبر عام ١٩٤٢، يعطى "فيرمى" أوامره بجذب قضيب الكادميوم قدما أخرى الى الخارج، وعندئذ يتأرجح المؤشر بقوة إلى أعلى معلنا عن ميلاد أول تفاعل ذرى يقيم نفسه بنفسه، ويضئ مصباحا كهربائيا صغيرا.

وما الدنيا الجديدة إلا عالم فسيح الأرجاء، هو عالم الذرة الذى نعيش بداياته.

أما كيف تم للإنسان التوصل الى معرفة هذا العالم الجديد فهذه هى قصتنا .

إذن فلنبداً القصة من أولها ...

الذرة والنظريات القديمة

قبل الميلاد بستة قرون، شهدت مدينة مليطه ميلاد رجل من عباقرة رجال التاريخ كان يدعى "طاليس". وبلدة مليطه هذه تقع في آسيا الصغرى التى كانت إذ ذاك جزءا من بلاد الإغريق. وقد تربع طاليس هذا على رأس قائمة حكماء الإغريق الأوائل الذين كتبت لهم الشهرة والنبوغ والخلود. ومنذ نشأته الأولى، اتسم بشرود الدهن والتفكير الدائم فى الكون وكنهه. ويذكر التاريخ أنه عندما كان يسير ليلا رافعا بصره الى السماء يتأمل ما بها من نجوم، سقط فى حفرة لم يرها، فضحك عليه المارة وقال أحدهم ساخرا، هذا هو الرجل الذى يريد دراسة الكون وهو لا يرى أسفل قدميه. لقد كان طاليس يريد حقا دراسة الكون. ولذا كان دائم السؤال عما إذا كانت هناك مادة أساسيه، أو نوع من لبنات البناء يتكون منها كل شئ فى هذا الكون.

إن قصة البحث عن حل لهذا السؤال، تعد من أعظم قصص المباحث العلمية التى شغلت العلماء والباحثين أكثر من ألفى عام. ولم يهتد الإنسان الى الإجابة الصحيحة على سؤال "طاليس" إلا مع بداية قرننا الحالى.

المادة الكونية

بعد أن انقضى عهد "طاليس" بقرن من الزمان، عبر كل من "أناكساجوراس" و"ليوسيبس" و"أمبيدوكل" و"ديموقريطس" و"لوفكيب"، عن تخمين رائع كان له فيما بعد دور بارز فى تاريخ الفكر العلمى العالمى عن المادة الكونية والتصورات التى وضعت عن مكوناتها.

ذكر هؤلاء الفلاسفة أن كل شئ فى الوجود يتألف من دقائق غاية فى الصغر لا ترى ولا تتجزأ. وتتجمع هذه الدقائق كنوع من لبنات البناء لكى تكون المواد المختلفة. وقد أطلق عليها كلمة "اتوم" atom أو ذرة. وهى

مشتقة من الكلمة الإغريقية أتوموس ومعناها غير قابل للانقسام. ومن بين العبارات المأثورة التي سجلها التاريخ لهؤلاء العباقرة، ما جاء عن وصف الذرات :

" إننا نتحدث عن الحلو وعن المر، ونتحدث أيضا عن الساخن وعن البارد، كما نتحدث عن الألوان والمعادن، والواقع أنه ليس هناك سوى فضاء وذرات، لا نستطيع أن نراها وسط هذا الخضم الزاخر بالحشد الهائل، كما أننا لا نرى في أسراب النحل من بعيد نحلات منفصلة، بل يبدو النحل ملتصقا كسحابة واحدة متكاملة. إن شعورنا بالبرودة والحرارة، ورؤيتنا للنار والتراب ما هي إلا الرؤية الخارجية للأشياء، بينما تحدث في الداخل حركة واحدة فقط، هي حركة الذرات وانتقالها في الفراغ".

تلك هي تعاليم "ديموقريطس" و"لوكيب" التي حظيت بانتشار واسع. ولقد تطورت هذه التعاليم من قبل "أبيقور" (٣٠٠ سنة قبل الميلاد)، و"لوكريتس" (في القرن الأول قبل الميلاد). وأصبحت الذرات تتسم بتنوع بالغ في أوزانها وأشكالها. فبعضها كروي الشكل وبعضها اسطوانية أو هرمية أو مكعبة. وهي تسير في حركة أبدية بسرعات مختلفة إلى جهات عشوائية في الفضاء اللانهائي.

غير أنه ليست الحضارة اليونانية والرومانية فقط هي التي أوجدت هذه المعارف. ولكن الحضارة الهندية كذلك كان لها دور ملموس لم يتجاهله التاريخ. فقد ذكر الفيلسوف "كندا" وهو المعاصر للفيلسوف "لوكريتس" أن الأجسام تتألف من ذرات تتميز عن بعضها البعض بخصائص مختلفة. ومن تعاليم "كندا" كذلك، إن أدق حبة غبار في شعاع الشمس تتألف من ست ذرات كل اثنتين منها متحدتان بذرات مزدوجة. وتشكل أربع حبات غبار الجسيم التالي من حيث مرتبة التعقيد. وعلى هذا المنوال تم إحداث نظرية الذرات المختلطة، وهي إحدى أعمق وأهم النظريات المتعلقة بتركيب المادة.

ولقد مرت بعد ذلك قرون عده، وتطورت العلوم وتعددت الآراء وتنوعت المعارف وصيغت النظريات، لكى يرتد العلماء تدريجيا الى آراء "ديموقريطس". ففى أواخر القرن السابع عشر أعلن الكيميائى الانجليزى "روبرت بويل" أن الغازات تتكون من جسيمات دقيقه غاية فى الصغر. وتستطيع الذرات عند اتحادها مع بعضها البعض، أن تشكل جسيمات اكثر تعقيدا.

أما "جون دالتون" العالم الانجليزى، فكان أول من صاغ النظرية الذرية صياغة علمية ونشرها عام ١٨٠٣، عرفت فيما بعد بالنظرية الذرية القديمة.

افترض "دالتون" أن المادة تتكون من دقائق صغيرة تعرف بالذرات. وأن لكل عنصر ذراته الخاصة التى تختلف عن ذرات العنصر الآخر فى الوزن والخواص. وتتألف ذرات العناصر لتنتج جزيئات المركبات. فعلى سبيل المثال تتحد ذرتان من عنصر الهيدروجين مع ذرة واحدة من عنصر الأكسجين لتنتج جزيئا واحدا من مركب الماء.

ولكن "دالتون" مثل "ديموقريطس" أوضح أن الذرات هى أصغر الجزيئات التى تحمل صفات المادة ولكنها غير قابلة للانقسام، وشاطره العلماء رأيه هذا لما يقرب من خمسين عاما بعد وفاته. حتى قام العلماء فى نهاية القرن الماضى ببحوث أثبتت أن الذرات يمكن أن تنقسم الى ما هو أصغر منها.

ويدين علم الكيمياء للعالم السويدي الشهير "برزيليوس" الذى آمن بفروض النظرية الذرية. وقام بإجراء التحاليل لأكثر من ألفى مركب كيميائى مختلف.

ففى عام ١٨١٩، اقترح "برزيليوس" أن ذرات العناصر محملة بكميات غير محدودة من الكهرباء الموجبة والسالبة. وقد بنى نظريته هذه على ما

شاهده من أن التيار الكهربى له المقدرة على فصل ذرات الجزيئات بعضها عن بعض، وذلك بعد نجاح "نيكولسون" فى فصل مكونات الماء الى عنصريه بالتحليل الكهربى عام ١٨٠٠.

وفى عام ١٨٩١ استنتج "هلمهولتز" أن الذرات تحمل شحنات كهربية، وأن الكهرباء كالمادة لها طبيعة ذرية. وبذلك فقدت الذرة معناها التاريخى من حيث أنها الجوهر الفرد الذى لا يقبل التجزئة.

الصورة الجديدة للذرة

من أهم الاكتشافات التى أدت الى تكوين الصورة الجديدة للذرة، اكتشاف أشعة المهبط، وظاهرة النشاط الاشعاعى.

أشعة المهبط (Cathode Rays)

فى عام ١٨٥٩ اكتشف العالم الالمانى "بلاكى" أنه عند إمرار تيار كهربى فى أنبوبة مفرغة من الهواء، تنبعث من القطب السالب فيها إشعاعات سالبة التكهرب تسبب توهجا لجدار الأنبوبة المقابل له. وذلك نتيجة تصادم هذه الأشعة مع ذرات مادة الزجاج.

وقد أصبحت هذه الأشعة مادة البحث من قبل العديد من العلماء وأطلق عليها اسم أشعة المهبط.

جسيمات أصغر من الذرة

فى محاضرة للعالم الانجليزى "ويليام كروكس" عام ١٨٧٤، عرض فيها فرضية جريئة، جاء فيها أن أشعة المهبط هى عبارة عن سيل من الجسيمات المادية التى تتحرك بسرعة هائلة، ومشحونة بشحنة سالبة. وتدخل هذه

الجسيمات بناء على رأى "كروكس" فى تركيب كل ذرة، ولذا لا يمكن اعتبار الذرة اصغر جزء من المادة أو أنها غير قابلة للتجزئة. وفى عام ١٨٩٧، أجرى العالم الانجليزى أروى البحوث على أشعة المهبط وأطلق على هذه الجسيمات لقب كهارب أو إلكترونات (Electron).

الأشعة الموجبة والبروتون Positive rays and proton

فى عام ١٨٨٦ لاحظ "جولد شتاين"، أن القطب السالب إذا ما عمل كقرص مثقب، تخرج منه أشعة تتكون من دقائق موجبة الشحنة سميت بالأشعة الموجبة. وحيث أن الإلكترونات تكون الأجزاء الصغيرة السالبة من الذرة، فإن الجزء الموجب المتبقى هو عبارة عن وزن الذرة الأصلية. وقد أطلق عليه العالم النيوزيلاندى "رذرفورد" اسم البروتون. وعلى هذا فإن ذرة الهيدروجين مثلاً وهو أخف الغازات تتكون من بروتون واحد وإلكترون واحد. واشتق لفظ بروتون من كلمة إغريقية تعنى "الأول" لأنه كان يعتقد أنه الوحدة الأساسية التى صنعت منها المادة. ومع وجود الإلكترون السالب والبروتون الموجب يكون التأثير الخارجى للذرة متعادلاً.

الفصل الثاني

النشاط الإشعاعي

فى عام ١٧٨٩ تم اكتشاف عنصر جديد فى معمل صغير لعالم المانى اسمه "مارتن كلابروث" كان يعمل فى أحد مشروعات التعدين التى يستخدم فيها الخام المعروف بالتشبلند. وقد فصل خلال تجاربه مسحوقاً أسود له خواص كيميائية، تختلف اختلافاً بيناً عن خواص جميع العناصر المعروفة فى ذلك الوقت. فهو يتميز بانبعاث وميض خافت يضىء فى الظلام. وعندما عرض "كلابروث" مادته الجديدة على زملائه فى المعمل، أصابتهم الحيرة والدهشة ولم يتمكن أحد منهم أن يتعرف على ذلك الوميض السحري أو يجد له تفسيراً أو استخداماً.

ولكن المادة الجديدة تحتاج الى اسم جديد يناسب خواصها المتميزة. وتكريماً للكوكب "يورانيوس" الذى اكتشف قبلها بمدة قصيرة، سمي كلابروث مادته المحيرة "يورانيوم". وقد ظلت هذه المادة الغريبة لأكثر من قرن من الزمان وهى فى عزلتها كما لو كانت أعجوبة فى معامل الأبحاث واحتلت الرقم ٩٢ فى الجدول الدورى للعناصر.

عكف العلماء على دراسة خواص العنصر الجديد ومنهم عالم الطبيعة الفرنسى "هنرى بكريل". وكان لديه ألواح فوتوغرافية حساسة ملفوفة فى غلاف سميك من الورق الأسود الذى يحجب نفاذ الضوء، وكانت هذه الألواح معروفة منذ عام ١٨٦٩ ويطلق عليها اسم "البأغة" أو "السيليلويد". حيث كانت تستخدم فى صناعة أفلام السينما. وعندما أراد بكريل أن يدرس خواص وميض اليورانيوم أخذ هذه الألواح المغلفة بالورق الأسود ووضع فوق كل منها قطعة من ملح اليورانيوم وتركها فى درج مظلم فى مكتبه تمهيداً لتعريضها لضوء الشمس. وكان بكريل يعتقد أن أملاح اليورانيوم مثل المواد الفلورية إذا وضعت فى ضوء الشمس الساطع فإنها تبدأ فى الإضاءة والتألق. أما فى الظلام فإنها لا تضىء أبداً. ولكن تلبد السماء بالغيوم حال دون تنفيذ ما أراد. ولما طال انتظاره، بادر بإخراج الألواح وقام بتحميزها. وكم كانت دهشته عندما لاحظ صورة بلورات ملح اليورانيوم واضحة المعالم كما لو كانت تعرضت لضوء الشمس. لقد كان اليورانيوم طيلة ذلك

الوقت يطلق أشعته النفاذة تلقائيا لتخترق الغلاف الأسود وتؤثر على الألواح الفوتوغرافية.

ترى هل هناك عناصر أخرى تسلك هذا السلوك؟.

إن بكريل لم يجد سوى اليورانيوم كمادة مشعة ليجرى عليها تجاربه.

مضى عامان على إعلان "بكريل" عن نتائج تجاربه، استطاعت بعدها فتاة بولندية شغفت بدراسة الإشعاع كموضوع هام وجديد لنيل رسالة الماجستير، أن تكتشف موادا مشعة أخرى. وفي صبر وأناة وإصرار غريب بدأت "مارى سكلود فسكيا" اختبار العناصر المعروفة واحدا تلو الآخر. وجوزيت بما صبرت. لقد كان أجرها العظيم أنها اكتشفت أن عنصر "الثوريوم" أيضا مثل عنصر "اليورانيوم" يشع تلقائيا. وكان ذلك دليلا واضحا أن هذا النشاط لم يكن صفة اختصاص بها عنصر اليورانيوم دون سواه من العناصر. لذا أطلقت على هذه الظاهرة اسم "النشاط الإشعاعي الذاتي". لقد كشفت هذه الفتاة سرا من أسرار كوكبنا الذي نعيش فوقه، ظل محتفظا به ما يزيد على أربعة مليارات ونصف من السنين. ذلك هو النشاط الإشعاعي الذي أدخل البشرية في عصر جديد، ألا هو العصر الذري.

اكتشاف البولونيوم والراديوم

إن الحديث عن البولونيوم والراديوم يفقد الكثير من أهميته وسحره ما لم نتحدث عن مدام كوري. تلك السيدة البولندية التي كرست حياتها لخدمة العلم والإنسانية (١٨٦٧-١٩٣٤).

ما كان أحد يدرى ماذا تخبئ الأيام لتلك الفتاة التي استقلت القطار من وطنها بولنده متوجهة صوب باريس. لقد تركت الأهل والوطن بعد أن قررت استكمال دراستها في جامعة السوربون. إن أقصى ما كانت تحلم به

"مارى سكلود فسكايا" فى تلك الفترة من حياتها، هو إنهاء الدراسة الجامعية والعودة الى بلدها بولنده لتقوم بتدريس الفيزياء فى المدارس الثانوية أسوة بوالدها مدرس العلوم. وما أن تركت ماري وطنها حتى خطت أولى خطوات ذلك الطريق الشائك الطويل الذى خلد إسمها ووضعها فى مصاف أعظم العلماء من أبناء البشرية جمعاء. لقد أمضت سنوات الدراسة فى تقشف تام وعمل صادق متواصل حتى حازت دبلومتين فى آن واحد.

وفى عام ١٨٩٥، قدر لهذه الفتاة ألا تعود الى وطنها ثانية بعد أن تزوجت من الفيزيائي "بيير كورى" الذى لعب دورا هاما فى حياتها.

شغلت ماري بموضوع الإشعاع الذاتى لليورانيوم الذى اكتشفه مؤخرا "هنرى بكريل". وبدأت العمل فى ظروف صعبة للغاية حيث كانت الأجهزة المستخدمة فى ذلك الوقت بدائية إلى حد كبير. إلا أنها كانت تعمل فى صبر وإصرار حتى تبين لها أن هناك معدنين فى خام اليورانيوم (البتشبلند) يؤثران على جهاز كشف الإشعاع تأثيرا أقوى بكثير من تأثير اليورانيوم والثوريوم. وجاءت النتيجة تؤكد وجود عنصر كيميائى مجهول يتصف بنشاط إشعاعى قوى. وبعد جهود جبارة تم فى النهاية اكتشاف هذا العنصر وتقرر تسميته بالبولونيوم على شرف بولنده موطن ماري كورى.

استمر العمل من جديد وبذلت جهود مضيئة أدت الى تحقيق نصر آخر. فقد تم اكتشاف عنصر مجهول يضى بوميض سحرى يتألق بين الأزرق والأخضر ويبدو وكأنه معلق فى الظلام، بل ويتفوق بنشاطه الاشعاعى مليون مرة على عنصر اليورانيوم. وتقرر تسميته بالراديوم. وهو اسم مشتق من الكلمة اللاتينية راديوس وتعنى شعاع.

وهكذا تم اكتشاف البولونيوم والراديوم عام ١٨٩٨، بعد تدبير الحصول على أطنان من المادة الخام من مناجم مقاطعة بوهيميا بالنمسا. وكانت الحكومة النمساوية لا تستفيد منها وكان يسرها التخلص منها بشرط أن تتكفل مدام كورى بنفقات نقلها. وقد استنفدت عملية النقل هذه كل مدخرات مدام كورى وزوجها.

العنصر السحري

مرت الأيام تلو الأعوام والعنصر الجديد فى عزلة يرفض رفضا قاطعا التعرف على الناس. وبعد مرور أربعة أعوام من العمل الدائب والمتواصل، تمكنت مارى كورى من فصل حبيبة من كلوريد الراديوم النقى الذى أعطى طيفا واضحا للعنصر الجديد، وكان وزن الحبيبة لا يتجاوز عشر الجرام، إلا أنها كانت كافية للاعتراف الرسمى بالمولود الجديد ومنحه شهادة ميلاد. وتمكن بعدها العالمان كورى من معرفة صفات الراديوم، فهو معدن لين فضى اللون، يوجد دائما مختلطا مع عنصر الباريوم ويشبهه فى الخواص. ويمتاز الراديوم بنشاطه الإشعاعى حتى أن أملاحه تضى فى الظلام. وعند إذابة أملاح الراديوم فى الماء، فإن الماء يتحلل تدريجيا الى مكوناته من الأكسجين والهيدروجين.

إن أكثر ما يثير الدهشة فى هذا العنصر وأعجب ما فيه، هو نشاطه الدائم. فهو يرسل أشعته ليلا ونهارا دون ملل أو كلل. ويطلق الجرام الواحد من الراديوم خلال ساعة زمنية واحدة كمية من الحرارة تكفى لإذابة جرام ونصف من الجليد. نعم إن جرام الفحم يطلق عند احتراقه كمية من الحرارة تعادل خمسة أضعاف الطاقة المنبعثة من جرام الراديوم، ولكن الفحم يحترق عن آخره ولا يتبقى منه شئ. بينما يبقى جرام الراديوم على حاله. فهو إذن وقود لا يفنى. ومعين لا ينضب. إنه أشبه بالكيس السحري الذى يحوى دوما عملات ذهبية مهما أخذ منه. إن الراديوم مستعد وبدون توقف أن يطلق طاقته خلال سنوات وسنوات جديدة، وهى ظاهرة لم تعرف قبل ذلك.

ومن الصفات الغريبة للراديوم كذلك هى صموده أمام المؤثرات الخارجية مثل الحدود القصوى للحرارة والبرودة والضغط والمواد

الكيميائية الشديدة الفعالية وتأثير المواد شديدة الانفجار. وأقوى الحقول الكهربائية، كلها لا تؤثر على النشاط الإشعاعي للراديو أو على كمية الطاقة التي يطلقها.

ولكن من أين يستمد عنصر الراديوم كل هذا الكم الهائل من الطاقة؟! لقد كانت الإجابة دائما، لا أحد يدري. إن الأمر يبدو كما لو كان ينتمي إلى عوالم أخرى خارج عالمنا، ويتغذى بنفس النار التي تساند ضياء الشموس في الفراغ الكوني بالرغم من مرور فترات لا حدود لها من الزمن.

ويمتاز الراديوم كذلك بخواص فسيولوجية. فهو يحطم الأنسجة ويقتل البكتيريا. ولقد أخذت الخواص العلاجية للراديو يوم تحظى باهتمام رجال الطب والعلاج منذ اكتشافه وخاصة في مداواة سرطان الجلد.

بعد ذلك تسلمت ماري كوري رسالة من الولايات المتحدة الأمريكية جاء فيها انه تقرر بناء مصنع للراديو يوم، ويرجى من العالمين كوري أن يتفصلا بإعطائهم المعلومات اللازمة بخصوص هذا المشروع. وكان في إمكان عائلة كوري أن يسجلا اكتشافهما هذا وأن يحصلا على الحقوق الكاملة لاستخلاص الراديوم صناعيا مما يؤمن لهما أموالا طائلة. ولكن هكذا دائما يكون العلماء. لقد صرحا بان وليدهما هذا هو ملك للعالم والإنسانية جمعاء. وبعثا برسالة تتضمن معلومات مفصلة حول استخلاص الراديوم من خاماته، فالإسراع في تشغيل المصنع يعنى الإسراع في الشفاء من مرض السرطان.

وفي عام ١٩٠٣ ألقى بيير كوري محاضرة عن الراديوم وضح فيها كيف أن القوى السحرية المختبئة في هذا العنصر تجبر شاشة مشرقة بكبريات الزنك على الإضاءة والتألق، وتؤثر على ألواح التصوير الملفوفة بورقة سوداء. إن نشاط الراديوم عنيف جدا لدرجة أن إضافة كميات ضئيلة من أملاحه إلى أنواع خاصة من الدهان تجعله يضئ على الدوام. وقد

استعملت هذه الدهانات فى طلاء عقارب أجهزة الملاحة الجوية والبوصلات والساعات بسهولة استعمالها فى الظلام.

وفى نفس العام منح العالمان كورى مع هنرى بكريل جائزة نوبل. وأصبحت مارى أول امرأة تمنح هذه الجائزة. وقد منحت هذه الجائزة مرة أخرى بعد ثمانية أعوام وذلك تقديرا لأبحاثها فى مجال الكيمياء. وبقيت مارى كورى هى الوحيدة فى العالم التى منحت جائزة نوبل مرتين. وفى عام ١٩٠٦ شغلت مارى منصب الأستاذية الذى خلا بوفاة زوجها فواصلت العمل بمفردها. وكانت أول امرأة تشغل هذا المنصب فى التاريخ.

وبعد أن كشفت مارى كورى عن ظاهرة النشاط الإشعاعى الطبيعى أو إشعاع المواد الموجودة فى الطبيعة والذى يتم تلقائيا، أمكن لايرين ابنتها التى شابهات أمها والتحقت بركب المشتغلين فى هذا المجال، أن تكتشف هى الأخرى طريقه إحداث ظاهره نشاط إشعاعى صناعى، أى من صنع الإنسان. ذلك الكشف الهام الذى كان له تطبيقات عظيمة فى مجالات الطب والصناعة والزراعة.

ولقد انتهى أجل مدام كورى عام ١٩٣٤ وقامت ابنتها بكتابه تاريخ حياتها المجيد والحافل بالبحوث العلمية الأساسية فى مجال الإشعاع الذاتى للعناصر، والتى كان لها فضل السبق فى إنجازها، بعد أن قدمت حياتها قربانا للعلم.

لقد قال عنها " أينشتين " إن مدام كورى هى الوحيدة التى لم يفسدها المال والشهرة.

وفى معرض بروكسل الدولى عام ١٩٥٨، تم عرض فكرة صغيرة خاصة بتجارب مارى كورى. وبجوار المفكرة عداد للأشعة مزود بمكبر للصوت، يوضح أن هذه المفكرة لم تتوقف عن إصدار أشعه ذات نبضات مسموعة، صادره من مادة مشعة. فمنذ أكثر من نصف قرن من الزمان، سقط عفوا على

أحد أوراق المفكرة نقطه من محلول يحتوى على أملاح الراديوم أثناء قيام مارى كورى بأبحاثها فى المعمل. وقد بليت أوراق المفكرة، وتآكلت صفحاتها، وصاحبته ليست فى عداد الأحياء منذ زمن بعيد. وما زلنا حتى الآن نسمع إشارات ذلك الراديوم المشع، الذى ينبض على الدوام. كأنما يذكرنا دائما باسم مارى كورى، عالمة العظيمة التى كرس كل حياتها لتحقيق أحد أعظم الاكتشافات العلمية الرائعة، ألا وهى ظاهره النشاط الاشعاعى وعنصر الراديوم الذى يتحلل ويبعث أشعه تتكون من جسيمات أصغر بكثير من الذرة نفسها. وما تلى هذا الاكتشاف من الغور فى أعماق الذرة ومعرفة كنهها وتركيبها .

وفى سنه ١٩٠٠ اكتشف العالم الالمانى "فريدريك ارنست" غازا شديد النشاط الاشعاعى مرافقا للراديوم أطلق عليه أسم "رادون". وأصبحت الأضواء بعد ذلك مسلطة على العناصر المشعة التى احتلت مسرح الأحداث العلمية فى ذلك الوقت .

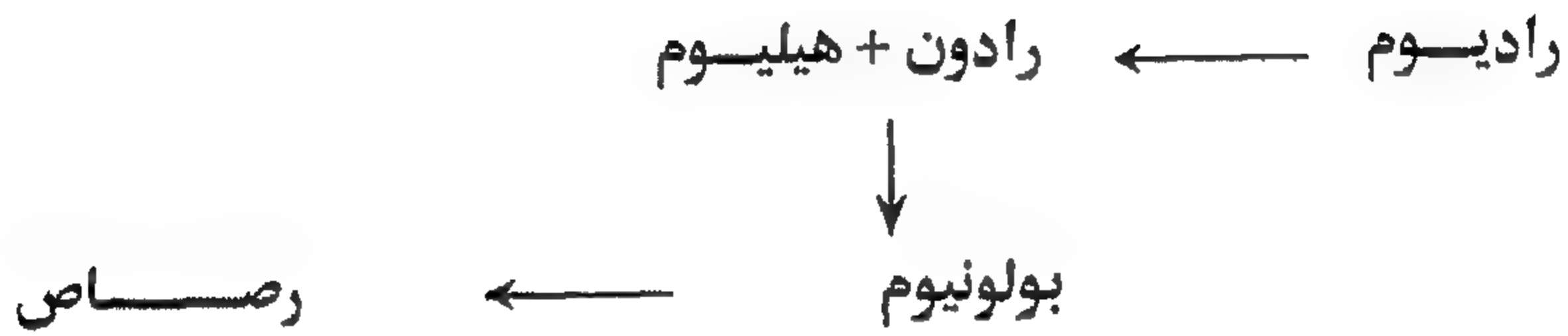
دراسة النشاط الإشعاعى

إهتم العلماء فى ذلك الوقت بدراسة النشاط الاشعاعى ومنهم "سودى" و"رذرفورد" العالم النيوزيلاندى. وفى عام ١٩٠٣ تبين أن تحول الراديوم الى إشعاع منبعث (عرف فيما بعد بالرادون)، يرافقه ظهور غاز الهليوم الذى يتكون من حطام الذرات الثقيلة التى تحطمت منذ زمن بعيد. وهو يمثل الحلقة الأخيرة فى التطور التحويلى البطئ للمادة، الذى يجرى داخل القشرة الأرضية.

لقد أرسى أعمال هؤلاء العلماء فى ذلك الوقت الأساس لنظرية التحولات الإشعاعية للعناصر، حيث أن الراديوم نفسه يتكون نتيجة تفكك اليورانيوم. ولهذا السبب أعلن عن نفسه لأول مرة عند دراسة خامات

اليورانيوم. وبذا اقترح رذرفورد وسودى أن ذرات العنصر المشع تفتت الى أجزاء بعد انطلاق الأشعة منها. وأن أشعة بكريل التى تطلقها المواد المشعة، هى شظايا متطايرة من الذرات أثناء هذا الانفجار.

لقد تحطمت خرافه عدم إمكانية تجزئة الذرة بفضل اكتشاف الإلكترون، الذى بين أن الذرة هى منظومة معقدة تتألف من جسيمات غاية فى الصغر. وأن النشاط الاشعاعى عبارة عن عملية تحول تلقائى لذرات بعض العناصر الى ذرات عناصر أخرى عن طريق إطلاق جسيمات مشحونة.



وهنا يجب أن نذكر بالخير حكماء الإغريق وعلماء العرب وعلى رأسهم أبو بكر بن زكريا الرازى. الذى راح ضحية كتابه "المنصورى"، والذى ذكر فيه نظريته بتحويل العناصر الى ذهب. فكان سببا فى إصابته بالعمى. بعد أن رجم به على رأسه حتى تمزق. وكذلك كيميائيو العصور الوسطى الذين شغلوا بهذا التحويل ردحا طويلا من الزمان.

إن فكرتهم هذه لم تكن ضربا من الخيال العلمى. أو أملاً مستحيل المنال. ولكن كم احتاج العالم من الوقت والجهد والمال والتفكير، والتعاون العلمى الصادق لتحقيق هذه المعجزات؟!.

إن أعظم قوه فى يد الإنسان تنبعث من شئ متناه فى الصغر، ألا وهو الذرة. فذرات الراديوم تتحطم متحولة إلى ذرات أخرى، ومع ذلك يبقى فى جوفها كم هائل من الطاقة ترحل منها رغما عنها فى تباطؤ شديد.

ترى هل يتيسر للعلماء فتح صنبور ذلك المستودع الهائل لكى تسيل الطاقة وفق هواهم؟!، وهل سيصبح فى الإمكان إخضاع هذه القوى

الخفية التى توارت فى أعماق الذرة، تحت سيطرة الإنسان؟! لقد كتب "سودى" فى إجابته على هذا السؤال قائلاً: "لو استطاع الناس عمل ذلك، فانه لا تبقى لديهم الحاجة لأن يحصلوا على خبزهم بعرقهم، ولأصبح فى مقدورهم تغيير وجه الصحارى وإذابة الأقطاب المتجمدة، وجعل العالم كله حديقة غناء جميلة وجنة وارفة الظلال. وكم كانت تثير القلق حينذاك تلك الكميات المحدودة من الطاقة التى تمتلكها البشرية المعاصرة، مثل قوه الماء والرياح والطاقة الشمسية. فلو استطاع الإنسان إخضاع الطاقة الذرية لصالحه، لقفز خطوه هائلة الى الأمام، مثل تلك الخطوة التى أنجزها عندما أخضع النار لصالحه، وأصبح سيداً وآمراً لجميع المخلوقات على وجه الأرض".

تلك هى فروض العلماء التى فتحت أمام البشرية آفاقاً واسعة، وغيّرت جذرياً جميع التصورات المتعلقة بالذرات ومصيرها.

لقد كانت هذه الاكتشافات وغيرها فى الفترة ما بين نهاية القرن التاسع عشر ومطلع القرن العشرين، تهز أركان التصورات المتوارثة عن الكون وكنهه. وليس من شك فى أن أشد ما ملك على الناس عقولهم، تداعى ذلك الحاجز بين المادة والطاقة. فما قبل عام ١٩٠٥ حتى أعلن "ألبرت أينشتاين" أشهر علماء القرن العشرين قاطبة، فى نظريته "النسبية الخاصة"، أن المادة والطاقة شئ واحد. وأن القليل من المادة يستحيل الى كم هائل من الطاقة إذا تحولت المادة عن آخرها.

وأثارت دنيا العلم والعلماء عاصفة هوجاء من الاحتجاج على ما قاله أينشتاين. ولكن البراهين المؤكدة لنظريته ما لبثت أن توالى وتتابعت وتكونت من نتائج البحوث التى ظهرت لتعطى صورته جديده عن تركيب الذرة. تلك اللبنة الخفية التى تتكون منها المادة. وما أن أتى عام ١٩١١ حتى خرج "رذرفورد" و"بوهر" بنظريتهما الثورية عن تركيب الذرة.

تركيب الذرة

أثبتت الأبحاث أن الإشعاعات التي تخرج من عنصر الراديوم ليست متجانسة. فإذا وضعت قطعة من خام الراديوم في جفنة من الرصاص لها فتحة علوية بحيث يخرج منها حزمة صغيرة من الإشعاع تمر في مجال مغناطيسي، فإن الشعاع يتفرق إلى ثلاث مجموعات من الأشعة، سميت بالحروف الأولى من حروف الهجاء اليونانية. وهى "ألفا" و"بيتا" و"جاما". وتنطلق أشعة "ألفا" على هيئة وميض من جسيمات تتحرك بسرعة كبيرة جدا، وتحمل شحنات من الكهربية الموجبة، بينما تحمل أشعة "بيتا" شحنات من الكهربية السالبة. أما أشعة "جاما" فهي ذبذبات لا شحنه لها ولا تتأثر بالمجال المغناطيسي.

أجمع العلماء أن هذه الأشعة لا بد أن تنطلق من الذرات نفسها. إذ ليس هناك مصدر آخر غير ذلك يمكن أن تنطلق منه. هذا بالإضافة إلى أن الذرة تختزن في جوفها كميات هائلة من الطاقة تنطلق على هيئة إشعاعات. وقد وجد أن جسيم "ألفا" ينحرف عن مساره المستقيم إذا اقترب بشده من نواة ذرة غاز. وحيث أن جسيم "ألفا" موجب الشحنة، فإن هذا الانحراف يعنى أن مركز الذرة موجب الشحنة أيضا. وقد أطلق "رذرفورد" على ذلك الجزء من الذرة الذي يحمل الشحنة الموجبة اسم النواة. وحيث أن التأثير الكهربى للذرة كلها على ما حولها متعادل، فانه يستدل من ذلك على أن مركز النواة الموجبة لا بد أن يكون محاطا بشحنات سالبه وهى التى عرفت بالإلكترونات أو الكهارب. وهى مشتقة من كلمه "إلكترم Electrum". وقد نجح العالم الاسكتلندي "ويلسن" (١٨٦٨-١٩٥٩) فى إظهار مسار أشعه "ألفا" و"بيتا" عن طريق تصوير السحابة الناتجة عن مرور هذه الأشعة فى غرفه خاصة. فإذا مرت هذه الجسيمات خلال بخار فوق مشبع تكثفت قطرات من السائل على هذه الجسيمات بحيث يظهر مسارها على هيئة خط

من الضباب يمكن تصويره. وهذا الخط يشبه الخط الذي يحدثه تكاثف الأبخرة وراء الطائرات النفاثة.

اكتشاف البروتون (Proton)

في عام ١٩١٩ لاحظ في خاطر "رذرفورد" فكره ثاقبة، دفعت بالكشف العلمي خطوات إلى الأمام. فقد فكر في انه لو اتخذ من أشعه "ألفا" قذائف فلعله يستطيع أن يحطم الذرة. ولو أفلح، فإن حطام الذرة يكون له هاديا ونبراسا في تفهم تركيبها ودراسة أجزائها.

أجرى "رذرفورد" تجربته الشهيرة على غاز النيتروجين وأمطره بوابل من أشعة "ألفا" الصادرة من الراديوم. إن هذه الأشعة إذ تنطلق من العنصر المشع تكون مزودة بطاقة هائلة وسرعة كبيرة جدا تقترب من سرعة الضوء. لقد استطاعت هذه القذائف الثقيلة أن تصيب ذرات النيتروجين في قلبها إصابات مباشرة، تسببت في تفتتها وتطاير حطامها.

وعندما تحققت نبوءة "رذرفورد" اخضع هذا الحطام للفحص. فوجد انه عند قذف ذرات النيتروجين بهذه الجسيمات، يحدث أحيانا أن تختفى إحدى نوى ذرات النيتروجين ويظهر بدلا منها نواه ذره الأكسجين. ويظهر أيضا جسيم آخر أقل وزنا ويحمل شحنة موجبة، وقد سمي هذا الجسيم بالبروتون.

اكتشاف النيوترون (Neutron)

بعد اكتشاف البروتون ببضع سنوات وبالتحديد في عام ١٩٣٢، أجرى "شادويك" البريطاني تلميذ "رذرفورد"، تجربة مماثلة لتجربة أستاذه، وقام بقذف عنصر البريليوم بجسيمات ألفا فتولد شعاع نفاذ ظن أول الأمر أنه شعاع جاما، ولكن بعد إجراء التجارب اللازمة، أثبت أن هذا الشعاع يتكون

من جسيمات لا تحمل أية شحنة كهربائية. لذلك سميت بالنيوترونات. أي الجسيمات المتعادلة كهربائيا. وبعد ذلك الكشف الهام أقترح رذرفورد وجود النيوترونات في نواة الذرة. ذلك لأن العلماء كانوا قد تنبأوا بوجود "النيوترونات" ولكن لم يكن في استطاعتهم الحصول عليها.

وبالحصول على النيوترون، اكتملت صورة التركيب الدقيق للذرة.

النموذج المقترح للذرة

وهكذا تم في غضون الربع الأول من القرن العشرين، وفي خلال فترة وجيزة من تاريخ البشرية الطويل، وبعد أن اكتملت عناصر المعرفة، وتغيرت فكرة العالم عن تركيب المادة. تضافرت جهود العلماء وتم وضع تصور لنموذج الذرة على النحو الذي تخيله "جاليليو" العالم الفلكي الإيطالي بشأن نموذج المجموعة الشمسية، وكيفية حركة الكواكب في مداراتها حول الشمس. لقد رأى العلماء أن هذا التصور يناسب تماما تركيب الذرة. فالذرة في نظرهم مجموعة شمسية متناهية في الصغر. أي شمس وحولها كواكب دوارة. أما الشمس فهي نواة الذرة الموجبة. وأما الكواكب فهي الإلكترونات السالبة. وحجم النواة بالنسبة إلى الحيز الموجود داخل الذرة، يكاد يساوي حجم حبيبة من الرمل إلى غرفة مكعبة طول ضلعها عشرة أقدام. ويمكننا أن نتصور مدى ضآلة الذرة، إذا علمنا أن الحبر المستعمل في طباعة نقطة واحدة من حروف الكتابة، يحوى أكثر من مليون ذرة كربون. وأن نسبة الذرة إلى التفاحة مثلا تساوى نسبة التفاحة إلى الكرة الأرضية. ورغم هذا فإن الذرة تكاد تكون عالما فسيحا من الفراغ. فإذا فرضنا أن حجم نواة الذرة في حجم حبة البازلاء، فإن دار الآثار المصرية سوف تجد لها مكانا في الفراغ الذي تدور فيه الإلكترونات. إلا أنه لا يمكن لأية ذرة أخرى أن تتغلغل فيها.

وقد دلت القياسات على أن كل الإلكترونات متشابهة. وأن كلا منها يحمل شحنة كهربية سالبة واحدة. وأن كتلة كل إلكترون تبلغ جزءاً من ألف وثمانمائة جزء ($\frac{1}{1800}$) تقريباً من كتلة ذرة الهيدروجين وهو أخف العناصر.

وتشتمل النواة على كل ما في الذرة من مادة وكتلة. إنها تحوى جسيمات ذات شحنة موجبة هي البروتونات. وجسيمات بغير شحنة هي النيوترونات. ويسمى عدد البروتونات في النواة بالعدد الذرى. ومجموع البروتونات مع النيوترونات بالوزن الذرى. والمألوف أن يكون عدد البروتونات الموجبة في النواة يساوى عدد الإلكترونات السالبة التي تدور حولها. بحيث تتعادل الشحنات الموجبة والسالبة وتكون الذرة من الناحية الكهربية متعادلة. وما أن طبق قانون نيوتن للجاذبية، حتى اكتمل المعنى عن النموذج المقترح للذرة.

وتتكون جميع العناصر من ذرات تدخل فيها هذه الجسيمات. وإنما يختلف العنصر عن الآخر لاختلاف عدد هذه الجسيمات. أى عدد بروتونات النواة والإلكترونات الدائرة حولها. فذرة الهيدروجين، وهو أخف العناصر، تتكون من بروتون واحد يدور حوله إلكترون واحد. وعلى هذا فالعدد الذرى والوزن الذرى للهيدروجين واحد. أما اليورانيوم وهو أثقل العناصر المعروفة، فتوجد له ثلاثة أنواع تختلف فيما بينها اختلافاً طفيفاً لوجود اختلاف في عدد النيوترونات. وأوزانها الذرية هي ٢٣٨، ٢٣٥، ٢٣٤. ويتم تحويل العناصر بعضها إلى بعض بإضافة أو طرح بعض البروتونات أو الإلكترونات. والحق أن هذه العملية تجرى في الطبيعة بلا انقطاع. ومعنى هذا من الناحية النظرية أننا نستطيع أن نحول الرصاص إلى ذهب أو نحقق الحلم الذي طالما راود خيال أوائل العلماء وسيطر على تفكيرهم ردحاً طويلاً من الزمان. إلا أن تنفيذ هذا التحويل من الناحية العملية باهظ التكاليف. إن الحصول على الذهب من موارده الطبيعية أيسر وأرخص بكثير من عمليات التحول الصناعى.

فترة عمر النصف

يطلق العلماء على العملية التي يتحول بها عنصر مشع إلى عنصر آخر لفظ الانحلال. فمثلا ينحل عنصر الراديوم إلى عنصر الرادون.

وجد رذرفورد أنه إذا أصاب الانحلال مادة ذات نشاط إشعاعي فان قدرتها على الإشعاع تتناقص. بمعنى أنه لو فرضنا مثلا أن قطعة من عنصر مشع انطلق منها مائة جسيم في الثانية، فإنها بعد مدة تعطى تسعين جسيما فقط في الثانية. وبعد فترة زمنية أخرى يعاودها الإشعاع ولكن بعد أن يتناقص مرة أخرى وهكذا حتى ينطلق منها خمسون جسيما في الثانية. أي نصف العدد الذي كان في مقدورها أصلا إشعاعه. أي أنه لو كان لدينا جرامان من الراديوم لفنى جرام منهما بعد ١٥٨٠ سنة بالإشعاع. ومعنى ذلك أن إحدى ذرات الراديوم قد ينبعث منها جسيم ألفا في لحظة ما، وربما بقيت الذرة المجاورة لها ساكنة لآلاف السنين. فليس معروفا أي ذرة ستتحول في أي وقت. في حين أن ذرات الراديوم جميعا متشابهة.

أطلق رذرفورد اصطلاح عمر النصف (Half life period) على الفترة الزمنية التي ينقص فيها قوة النشاط الإشعاعي لقطعة من مادة مشعة إلى النصف. وهي تختلف باختلاف المواد ذات النشاط الإشعاعي الذاتي. فكلما كان انحلال المادة بطيئا يكون التناقص بطيئا وتكون فترة عمر النصف طويلة. وقد قدر عمر نصف اليورانيوم بنحو ٤,٤ مليار سنة. أما الراديوم فيقدر بنحو ١٥٨٠ سنة.

ودون الخوض في تفاصيل علمى الرياضيات والفيزياء، كانت هناك كشوف علمية مثيرة تتناول كمية الطاقة الهائلة والمخترنة في باطن الذرة. فالذرات تتفجر ويتطاير حطامها ، ممثلا في جسيمات ألفا وبيتا وتنطلق بسرعة

مذهلة تكاد تبلغ سرعة الضوء. كما أن هناك طاقة إضافية تنطلق من الذرة على هيئة أشعة جاما. كذلك يمكن أن تكتسب النواة طاقة بواسطة التصادم أو الاحتكاك أو التسخين أو الكهرباء. وفي هذه الحالة توصف النواة بأنها في حالة منشطة (Activated) أو مثارة (Excited). وقد وضعت نماذج نووية كثيرة تشرح هذه الطاقة. ومثل بوهر النواة بكميس من الرمل أطلق عليه طاقة عيارية فتوزعت الطاقة الحركية للطاقة بسرعة وانتظام على جميع جسيمات الرمل.

ويعاودنا الحديث عن قانون أينشتين وهو أول من أثار الكلام عن المادة والطاقة حيث يقول " ... اتضح أن حالة أي نظام تتوقف بالضرورة على محتواه من الطاقة. إن الكتلة الخاملة عبارة عن طاقة كامنة ومبدأ بقاء المادة قد فقد استقلاليتها واندمج مع مبدأ بقاء الطاقة". ويشبه أينشتين الكتلة في حالتها الأرضية الخاملة بأنها إنسان فائق الثراء والغنى لكنه بخيل لا ينفق من ثروته التي تعتبر هنا بمثابة الطاقة. ولا يمكن لأحد أن يتعرف على مقدار ما في خزائنه من أموال مكدسة.

ولو عدنا إلى القرن الماضي لوجدنا أن العلماء حينذاك كانوا يعتبرون أن الكتلة والطاقة يكونان أنظمة مغلقة ومستقلة. فالكتلة لها قوانينها، والطاقة هي الأخرى لها قوانينها الخاصة بها. فهناك قانون بقاء المادة وهناك قانون بقاء الطاقة. وظل هذا الاعتقاد في أوج سطوته حتى حطمه أينشتين وخرج على العالم بقوانينه الثورية عن المادة والطاقة. وأن الطاقة صورة من صور المادة أو أن المادة والطاقة وجهان لعملة واحدة. وقوبل القانون بعاصفة من الاستنكار والرفض.

الطاقة = الكتلة × مربع سرعة الضوء

$$E = m c^2$$

ومعنى هذا أن كمية صغيرة جداً من المادة تكافئ كمية هائلة من الطاقة. حيث أن سرعة الضوء تساوى ٣٠٠ ألف كيلومتر في الثانية. أى أنه إذا أمكن تحويل نصف كيلوجرام من المادة بكاملها إلى طاقة، فإن الطاقة الناتجة تعادل كل الطاقة الكهربائية التي تنتج في قارة أفريقيا مثلاً. أو أن جراماً واحداً من المادة يعطى طاقة قدر الطاقة المتولدة من ٢,٩ طن من الفحم. أو أن الطاقة الإجمالية الحبيسة فى كيلوجرام من اليورانيوم ٢٣٥ تعطى قدراً من الطاقة يكفى لإبحار عابرة محيطات حول العالم دون الحاجة إلى تزويدها بالوقود من جديد. وحتى الآن لم يحاول عالم من العلماء أن يقترب من الطاقة الإجمالية الكامنة فى كيلوجرام واحد من اليورانيوم ٢٣٥. ولا تولد القنابل الذرية سوى نسبة مئوية ضئيلة من هذه الطاقة.

لقد كان حلم العلماء فى ذلك الوقت وضع هذا القانون موضع التنفيذ ظناً منهم أن هذا شطح فى الخيال أو أمل بعيد المنال.

النظائر المشعة

المواد المشعة تحتوى على أنويه غير مستقرة. فإذا كان عدد النيوترونات أكثر من عدد البروتونات فإن هذا يؤدى الى عدم استقرار الذرة ويعرف بالعنصر المشع. وإذا كانت ذرة الهيدروجين هى أبسط الذرات، فإن ذرة اليورانيوم أشد ذرات العناصر على الأرض تعقيداً. ويوجد ثلاثة أنواع من اليورانيوم تختلف باختلاف عدد النيوترونات. وتسمى الأنواع المختلفة من ذرات العنصر الواحد بالنظائر أو الايزوتوب. ولذا يقال أن لليورانيوم ثلاثة نظائر هى يورانيوم - ٢٣٨ ، - ٢٣٥ ، - ٢٣٤.

وتحتوى جميع العناصر المعروفة على نسبة ضئيلة جداً من النظائر كامنة مع الذرة المستقرة.

النشاط الاشعاعى الصناعى

فى عام ١٩٣٣ وأثناء قيام "إيرين كورى" وزوجها "فريدريك جوليو" بإطلاق جسيمات ألفا المشحونة بالكهرية الموجبة على عنصر الألومنيوم، إكتشفا ظاهرة جديدة لم تكن معروفة قبل ذلك. وهى أن الذرات الجديدة التى نتجت من تفتت ذرات الألومنيوم من جراء تعرضها لهذه القذائف، صارت مشعة كما لو كانت لعنصر ذى نشاط إشعاعى ذاتى. ومعنى ذلك أن عنصر الألومنيوم تحول الى عنصر مشع تنطلق منه نيوترونات. وعلى هذا أمكن الحصول صناعيا على عناصر مشعة كما أمكن فى نفس الوقت إيجاد طريقه جديدة لانتاج النيوترونات.

أثار هذا الكشف فى نفوس العلماء لافى فرنسا فحسب بل فى بلاد أخرى، رغبة جامحة فى دخول هذا الميدان واللحاق بركب المشتغلين فيه، ومنهم "إنريكو فيرمى" الايطالى. وهو الاسم الذى يطلق على جهاز المفاعل الذرى حيث يعرف باسم مفاعل فيرمى. ويجب أن نتذكر هذا الاسم جيدا لأنه بطل روايتنا هذه وهو المساهم الأكبر فى صنع القنبلة الذرية.

فكر فيرمى فى استخدام النيوترونات كقذائف بدلا من أشعة ألفا التى استخدمتها إيرين كورى. وكان السبب فى ذلك واضحا، إذ أن أشعة ألفا موجبة تؤثر فى الإلكترونات السالبة بالجذب، ولهذا أثره البين فى تناقص سرعتها. كذلك تتأثر أشعة ألفا بقوة تنافر شحنتها الموجبة مع الشحنة الموجبة التى تحملها البروتونات الداخلة فى تكوين النواة. أما النيوترونات فهى متعادلة كهربيا.

قذائف من نوع جديد .

قام فيرمي بإطلاق قذائفه على العناصر مبتدئاً بعناصر الهيدروجين والبريليوم فالبورون ثم الكربون والنيتروجين. وبعد أن استعان بعداد جايجر الذى يكشف عن الإشعاع، ظن فيرمي أنه أخفق فى مسعاه. فقذائف النيوترونات لم تغير من الأمر شيئاً بل عجزت تماماً أن تكسب هذه العناصر خاصية الإشعاع. ولما جاء دور عنصر الفلور وأطلق عليه فيرمي قذائف النيوترونات، تحول إلى عنصر ذى نشاط إشعاعى ذاتى قوى، وكذلك الحال مع العناصر الأخرى التى تلى الفلور.

كان نجاح فيرمي مدعاة لأن يلج ميدان هذا البحث المثمر زمرة من العلماء الشبان ليسهموا معه فى البحث الجديد. وتولوا مع الاستمرار فى عملية تعريض العناصر لقذائف النيوترونات. وحصلوا نتيجة لذلك على كثرة من العناصر المشعة التى لا وجود لها فى الطبيعة. فمثلاً أمكن الحصول على نظير مشع للصدويوم واليود والزرنيخ. وأحياناً كان الناتج نظيراً مشعاً لعنصر مخالف للعنصر الأصلى الذى تم إطلاق القذائف عليه. فمثلاً أمكن الحصول من غاز الكلور على نظير مشع لعنصر المنجنيز وهكذا.

وعندما أتى دور اليورانيوم وهو أثقل العناصر المعروفة آنذاك، كانت النتيجة تدعو إلى الحيرة. لقد تم الحصول على أكثر من عنصر مشع. وساد الاعتقاد فى ذلك الوقت أنهم استحدثوا عنصراً جديداً يلى عنصر اليورانيوم، ولذا لقب بالعنصر ٩٣. حيث أن اليورانيوم يحمل رقم ٩٢ فى الجدول الدورى.

وفى يوم كان العلماء فى جامعة روما يطلقون قذائف النيوترونات على قطعة من الفضة. ولاحظوا أن النشاط الإشعاعى لا يسير على منوال واحد. بل يتذبذب بين الكثير مرة والقليل مرات. وكان لابد من التحكم فى نشاط

قطعة الفضة بوضع حواجز من مواد مختلفة بينها وبين مصدر النيوترونات. وقد تسببت هذه الحواجز في زيادة النشاط الاشعاعي قليلا. وعندما تناول فيرمي لوحا سميكا من شمع البرافين، ووضعه بين قطعة الفضة ومصدر النيوترونات، وقرب عداد جايجر من الفضة لقياس النشاط الاشعاعي المكتسب، وقف مذهولا لما حدث. فالعداد أخذ يصدر دقاته المتلاحقة في جنون. وتضاعف النشاط الاشعاعي الى مائة ضعف على ما كان عليه. وأخذت العلماء الحيرة والدهشة. وتصايحوا معا ما هذا الذي حدث؟! إنه ضرب من الخيال بل هو سحر مبین.

التحكم في القذائف الذرية

وضع فيرمي تفسيرا لما حدث جاء فيه أن شمع البرافين هو أحد الهيدروكربونات التي تحتوى على نسبة عالية من ذرات الهيدروجين مرتبطة بذرات الكربون. فلا مفر إذا من اصطدام قذائف النيوترونات مع كثرة من ذرات الهيدروجين التي ترغبها على الإبطاء في سيرها. مما ييسر الفرصة لأنوية ذرات الفضة من اقتناصها. فتتحطم وتصبح مشعة. تماما كما يحدث لكرات "البلياردو" عندما تصطدم بكرات من نظائرها، فتتعثر ويسهل اقتناصها عن تلك التي تمرق كالسهم. ومن البديهي أن هذا التفسير لو كان صحيحا، فإن المركبات الهيدروجينية لابد أن تحذو حذو شمع البرافين. وحيث أن الماء يتكون من ذرتين من الهيدروجين وذرة واحدة من الأكسجين، لذا قرر فيرمي ومعاونوه إعادة التجربة في الماء. ولكي يضعوا هذه الفكرة موضع التنفيذ كان عليهم أن يأتوا بحوض كبير يحتوى على مقدار وافر من الماء، ولكنهم كانوا في لهفة من أمرهم لم يستطيعوا معها صبرا. فأجروا تجربتهم في حوض نافورة أسماك الزينة الواقع في فناء جامعة روما. أما الأسماك فظلت هادئة ساكنة. وأما العلماء فقد صدرت عنهم تعبيرات الدهشة والفرح. لقد تسبب الماء في زيادة النشاط الاشعاعي الذي اكتسبته قطعة

الفضة كما فعل البرافين. وكان هذا تأكيداً لصدق ما ذهب إليه فيرمي في تفسيره. ولم يدر العلماء سلفاً بمدى أهمية التحكم في قذائف النيوترونات، ومدى أهمية تجربتهم هذه. وأن المبطئات سوف تلعب دوراً هاماً في إنتاج الطاقة الذرية والتحكم في إصدارها وما أدته من خدمات عظيمة للبشرية جمعاء.

انشطار النواة

عندما قام فيرمي بقذف اليورانيوم بالنيوترونات وأنتج عنصراً مجهولاً، شاعت الأنباء عن استطاعة العلماء خلق عناصر جديدة ليس لها وجود في الطبيعة. حتى أن صحيفة "النيوزويك تايمز" خرجت على القراء بنبأ مثير وبالخط العريض تحت عنوان "عالم إيطالي ينتج العنصر الثالث والتسعين". حيث كان عدد العناصر في ذلك الوقت اثنين وتسعين فقط. وتناقلت وكالات الأنباء خبر إنتاج عنصر جديد صناعياً. ولنا أن نتخيل كم كانت دهشة الناس واستفساراتهم وهم الذين لم يسبق لهم أن سمعوا شيئاً قط عن القذائف الذرية والإشعاع.

وقد نال هذا الحدث اهتمام العلماء في ذلك الوقت. ومنهم "فيرتز شتراوسمان" بألمانيا و"أوتوهان" تلميذ رذرفورد، وأيضاً سيدة نمساوية تدعى "ليز مايتنر" ظلت تعمل في هذا المجال ما يقرب من ثلاثين عاماً ثم رحلت إلى السويد بعد أن سيطر "أدولف هتلر" ورجال الحزب النازي على الحكم في ألمانيا.

عاود "هان وشتراوسمان" إطلاق قذائف النيوترونات البطيئة على اليورانيوم. وبعد فحص المواد التي تكونت مرات ومرات وفي كل مرة تشير النتائج إلى وجود عنصر الباريوم. إلا أن هذا يعد أمراً مستحيلاً للبون الشاسع

فى تباعدهما فى ترتيب العناصر بالجدول الدورى ، إذ أن العدد الذرى للباريوم يزيد قليلا عن نصف العدد الذرى لليورانيوم. والمتبع أن تحول العناصر يكون بين الذرات المتجاورة فى الترتيب الدورى .

كتب "هان" الى "ليز مايتنر" فى السويد ينبؤها عن نتائج أبحاثه وتجاربها التى تعتبر مختلفة عن كل التجارب السابقة فى ميدان الطبيعة النووية. وبذكائها الخارق وتوقعاتها الصائبة، استطاعت "ليز" أن تثبت حقيقة ما حدث. لقد انشطرت بعض ذرات اليورانيوم إلى شطرين يكادان يتساويان. وقد أمكن بعد فترة وجيزة معرفة أن الشطر الثانى كان أحد الغازات النادرة وهو "الكريبتون". فإذا أضيف العدد الذرى للكريبتون وهو ٣٦ إلى العدد الذرى للباريوم وهو ٥٦ ، فإن مجموعهما يصل إلى العدد الذرى لليورانيوم وهو ٩٢. وقد أطلقت "ليز" على هذه الظاهرة اسم الانشطار أو الانقسام أو الانفلاق وهى الظاهرة الخاصة بانقسام ذرة اليورانيوم إلى جزئين. لقد تراءى لهذه العالمة حقيقة انقسام الخلية الحية إلى خليتين. وجمال فى خاطرها أن هذا الانقسام لابد أن يكون مصحوبا بكمية هائلة من الطاقة تدفع الشطرين لأن يتباعدة بسرعة مذهلة.

الطاقة النووية

على ضوء التوجيهات التى أصدرها "بوهـر" العالم الكيمائى الذى وضع فروض النظرية الذرية الحديثة، أتمت "ليز" جميع التجارب الخاصة بقياس هذه الطاقة وكانت كميتها هائلة كما توقعت. ومن هنا بدأت الرؤيا تتضح. فالعنصر الذى زعم فيرمى أنه رقم ٩٣ لم يكن سوى خليط من مخلفات الانحلال أو نواتج الانشطار.

لطالما تساءل العلماء منذ الوهلة الأولى لإعلان "أينشتين" عن تحويل المادة الى طاقة، عما إذا كان الوقت قد حان ليصبح فيه الإنسان قادراً على أن يحطم الأبواب الموصدة لخزائن الطاقة الحبيسة داخل جوف الذرة. وها هي "ليز مايتنر" تكشف النقاب عن ذلك السر الدفين، وتمهد لأولى خطوات انتزاع الطاقة الذرية من عقالها. فالانشطار هو اللبنة الأولى في بناء هذا العصر الجديد.

التفاعل المتسلسل

في عام ١٩٣٩ تناول "جوليوت" و"أندرسون" وآخرون المفتاح الذهبي من "ليز"، وأجروا تجاربهم على ضوء من التفسير الذي اقترحتة. فاكتشفوا أن انشطار نواة اليورانيوم يتولد عنها فائض من النيوترونات. لقد فكر هؤلاء العباقرة أنه لو أمكن توجيه هذه النيوترونات المنطلقة أثناء إنشطار الذرات لكي تصيب بدورها ذرات أخرى من اليورانيوم، فسوف ينطلق عدد آخر من النيوترونات، وهذا يوجه بدوره لقذف ذرات أخرى ويتسلسل التفاعل وتنطلق الطاقة.

ولنضرب لذلك مثلاً لو أن ذرة اليورانيوم عندما تنشط، يتطاير منها نيوترونان. فنكون بذلك قد حصلنا على اثنين من النيوترونات، ولو أن هذين النيوترونين أصابا ذرتين بعد ذلك وانشطرتا، فسوف ينطلق من كل منهما نيوترونان. وفي هذه الخطوة الثانية نكون قد حصلنا على أربعة نيوترونات توجه بدورها لتصيب أربع ذرات جديدة من اليورانيوم فتسبب انشطار أنوبيتها. فإذا جادت كل ذرة منها باثنين من النيوترونات لبلغ مجموع المنطلق منها ثمانية، يكون في مقدورها شطر ثماني ذرات أخرى. وبذلك تستمر عملية انشطار اليورانيوم تلقائياً في تفاعل متسلسل. ولما كان عدد النيوترونات يتضاعف في كل خطوة. فمن البديهي استنتاج أنه على مدى وجيز يكون الانشطار قد أصاب عددا هائلاً من ذرات اليورانيوم.

وتبدو أهمية هذا التفاعل المتسلسل في أن انقسام نواة الذرة يكون مصحوبا بمقدار من الطاقة. نعم إن الطاقة الصادرة من ذرة واحدة تكون ضئيلة لا تكفى لأغراض عملية، ولكن بالتفاعل المتسلسل يتم إنشطار عدد كبير من الذرات ، وبذلك تكون حصيلة الطاقة الناتجة منها هائلة. فلو أن ما وزنه أوقية واحدة من اليورانيوم أصاب الانشطار كل ذراتها، لانبعث منها طاقة تكفى لإضاءة عشرين ألف مصباح كهربى لمدة اثنى عشر يوما.

لقد ألقى العلماء على عاتق النيوترونات مسئولية إطلاق الطاقة النووية. إلا أن الكثير منهم كان يعتقد أن حدوث التفاعل المتسلسل أمر مستحيل من الوجهة العملية، حيث أن أكثر النيوترونات التى تتولد بعد عملية الانشطار تنطلق هاربة خارج اليورانيوم وقليل منها يصطدم بذرات اليورانيوم ويسبب إنشطارها. ولذا فقد فضل كثير من العلماء ألا يضيعوا الوقت والجهد والمال سدى فى أمر قد يكون بعيد المنال. ومن ثم تخلوا عن إجراء البحوث المتعلقة بالانشطار. باستثناء علماء الطبيعة فى جامعة كولومبيا الذين آثروا الاستمرار فى إجراء هذه البحوث فى إصرار وعناد وتصميم غريب.

البحوث الذرية

توجه لصالح الحرب العالمية الثانية

لقد درج العلماء دائما على نشر بحوثهم وكل جديد فى دوريات علمية و تخصصية. فالعلماء يؤمنون بعدم سرية البحوث وأن كتمانها ضار بالعلم ذاته ولا يدفع عجلة التقدم نحو الأمام. وأن نتائج البحث العلمى ملك للبشرية جمعاء. ولكن بعد أن اندلعت الحرب العالمية الثانية فى الأول من سبتمبر عام ١٩٣٩، وخشى علماء جامعة كولومبيا من تفوق الألمان فى هذا المضمار، أجمعوا رأيهم بوحى من رغبتهم الخالصة على أن تظل

جميع بحوث الطاقة الذرية محاطة بالسرية التامة، فأى تسرب لمعلومات خاصة بالتفاعل المتسلسل، قد يساعد هتلر على أن يكسب الحرب. ولذا فقد أحكم وضع الغطاء على البحوث الذرية فى تلك الفترة بالولايات المتحدة الأمريكية حتى بعد انتهاء الحرب بسنوات.

أمريكا تستقطب العلماء

لقد ساقطنا عجلة التاريخ فى دراسة الدرة طوافه عبر بلاد الإغريق الى بلاد الإنجليز وفرنسا ثم إيطاليا وألمانيا. ولإن شهدت القارة الأوروبية أعظم الاكتشافات العلمية فى بداية العصر الذرى، فان الولايات المتحدة الأمريكية سوف تكون من الآن مسرحا لأحداث الجزء الأكبر لهذا العصر. بل وتجننى أولى ثمار التقدم التكنولوجى فى هذا المضمار. وعندما ارتحل "بوهر" الى الولايات المتحدة فى أوائل عام ١٩٣٩، كانت الحرب العالمية تقرر الأبواب. ولذا فقد حذا حذوه كثير من علماء ألمانيا بعد أن رحلوا عن أرض الوطن هربا من حكم النازى، وكثيرون غيرهم كانوا فى سبيل مغادرة بولندا والمجر وإيطاليا. لقد استقطبت أمريكا خيرة العلماء من شتى البقاع. وبذا زكا العلم هناك فى الوقت الذى فتر فيه فى دول أوروبا. وكان "إنريكو فيرمى" أحد العلماء الذين هاجروا إلى الولايات المتحدة مع ليفى من العلماء. حيث المناخ العلمى المناسب ومعامل الأبحاث الحديثة والإمكانات الهائلة إذا ما قورنت بإمكانات جامعة روما. ولقد حظ فيرمى رحاله فى مدينة نيويورك هو وزوجته وابنتاه، وأسند إليه وظيفة أستاذ بجامعة كولومبيا.

الفصل الثالث

مولد العصر الذرى

مضت شهور عديدة و"فيرمى" و"زيلارد" يعملان على رأس جماعة من العلماء يواصلون الليل بالنهار، فالطريق مازال طويلاً غائراً محفوفاً بالصعاب والعقبات. وكان عليهم لكى يبلغوا غايتهم المنشودة بإنتاج تفاعل متسلسل، أن يعملوا على الحد من سرعة النيوترونات بالتماس مع مادة أخرى غير الهيدروجين، بعد أن وجدوا أنه يمتص كمّاً هائلاً من النيوترونات. وبعد تجارب عديدة وفي صبر وروية، تم تجربة العناصر الواحد تلو الآخر إلى أن وقع اختيار فيرمى وشركاه على عنصر الكربون النقى. تلك المادة السوداء المعروفة بالجرافيت والتي يصنع منها أقلام الرصاص. وبعدها وضعوا جميعاً خطة لإعداد مفاعل ذرى صغير مكون من طبقات متتالية من اليورانيوم والجرافيت النقى. ولنا أن نتصور مدى كمية الجرافيت الهائلة التى استعملت فى بناء هذا المفاعل البدائى. إذا افترضنا لو أن هذه الكمية وزعت على سكان الكرة الأرضية فى ذلك الوقت، لخص كل فرد فيها قلم من الرصاص.

وتتكون أجزاء المفاعل من اليورانيوم والمهدى وأجهزة التحكم وتيار من الماء للتبريد مع التخلص بصفة مستمرة من مخلفات الانشطار من وقت لآخر. وقد جاءت النتائج والتقارير تفيد بوجود عنصر البلوتونيوم كناتج من جراء انشطار اليورانيوم الخام. وأن هذه المادة الجديدة يمكن فصلها كيميائياً وهى تؤدى عمل يورانيوم - ٢٣٥ مما يؤدى إلى زيادة الوقود. أما عن أجهزة التحكم، فقد وجد أن عنصرى البورون والكادميوم خير وسائط لامتصاص النيوترونات الزائدة.

سار العمل فى أول مفاعل ذرى ببطء شديد. وكانت نتائج التجارب التى تمت مشجعة للغاية. فتزايد عدد العلماء الذين شغفوا بإتمام التفاعل المتسلسل. ولاحقاً لهم تبشير الأمل بحلول فجر جديد. وغدا الحلم القديم يقترب شيئاً فشيئاً لكى يكون حقيقة. وبدأ لهم فى الآفاق بصيص من ضياء دفع بالعمل خطوات إلى الأمام.

إلا أن التجارب الجديدة تحتاج الى تمويل عظيم، لا يسانده إلا الحكومات. لذا فقد رأى العلماء ضرورة وقوف رجال الحكم فى أمريكا على موضوع الانشطار والتفاعل المتسلسل وعلى الدور الذى قد يؤديه فى الحرب الدائرة.

استقر رأى العلماء على زيارة "أينشتين" لكى يقوم بدور الوسيط لدى رجال الحكم فى أمريكا. وكان "أينشتين" أعظم العلماء المشهورين بلا منازع مما يجعل لرأيه لدى الحكومة وزنا. وكان شغوفاً بالتفاعل المتسلسل. وهو أول من أماط اللثام عن كنه المادة والطاقة وأنها وجهان لعملة واحدة، وصاغ لذلك القانون الشهير الذى أمكن بمقتضاه حساب مقدار الطاقة المنطلقة عند فناء كتلة معلومة من المادة. هذا بالإضافة الى أن ميلاد أينشتين وإقامته لفترات طويلة فى ألمانيا، ومازال له فيها أصدقاء. وفى استطاعته إذن أن تكون لديه فكرة عن المدى الذى وصل اليه الألمان فى بحوث الانشطار والتفاعل المتسلسل.

رسالة عاجلة الى الرئيس روزفلت

انتهى الأمر بكتابة رسالة من صفحتين كاملتين على الآلة الكاتبة، أمهرها أينشتين بتوقيعه، وحملها الى الرئيس الأمريكى روزفلت. وقد جاء فيها "....إن بعض البحوث الحديثة التى قام بها فيرمى وزيلارد، تدعونا لأن نترقب أن عنصر اليورانيوم يمكن أن يحول الى مصدر جديد وهام للطاقة فى المستقبل القريب. وقد يصبح فى الإمكان إجراء التفاعل المتسلسل فى نويات اليورانيوم. وسوف تؤدى تلك الظاهرة الى صناعة قنابل من طراز جديد ستكون غاية فى القوة". وتضمنت الرسالة أيضا أن الألمان يقومون ببحوث فى الانشطار، وأن النازيين أصدروا أمرا بوقف بيع اليورانيوم الى البلاد الأخرى لكى تكون لديهم حصيلة وفيرة منه.

كان هذا تحذيرا خطيرا لحكومة الولايات المتحدة الأمريكية، وانتهت الرسالة بالعبارة التاريخية "... ولأول مرة فى التاريخ سوف يستغل الناس طاقة ليست الشمس مصدرها".

وفى يوم ١١ أكتوبر عام ١٩٣٩ ، تسلم الرئيس الأمريكى رسالة أينشتين فأمر فوراً بتكوين لجنة استشارية لليورانيوم، مهمتها الاتصال بالعلماء ورفع تقاريرهم اليه. وشارك الرئيس العلماء فى تفأؤلهم وصدرت أوامره بالتمويل والإسراع ببذل الجهود ومضاعفتها.

فى ذلك الوقت كانت الحرب العالمية الثانية تدور رحاها بشدة وعنفاً، إلا أن أمريكا لم تكن قد أدلت بعد بدلوها فيها.

دخول أمريكا الحرب وأثر ذلك على البحوث الذرية

نحن الآن فى صبيحة يوم ٧ ديسمبر عام ١٩٤١. الصحف والإذاعات ووكالات الأنباء والناس يتناقلون الحديث عن إلقاء الطائرات اليابانية لقنابلها على ميناء "بيرل هاربور". لقد حول اليابانيون المحيط الهادى فجأة الى مسرح للقتال. وقررت الولايات المتحدة الأمريكية، إعلان الحرب رسمياً على اليابان. وانتهزت ألمانيا اندلاع الحرب بين اليابان ودول الحلفاء، فأعلنت الحرب على الولايات المتحدة الأمريكية. وكانت أن أعلنت أمريكا بدورها الحرب على ألمانيا وإيطاليا. وأصبح العالم كله مشتتلاً بنيران الحرب العالمية الثانية.

واشتد الخوف من أن ألمانيا قد تقوم بصناعة الأسلحة الذرية لاستخدامها ضد الحلفاء، وأصبح سباق العلماء مع الزمن أمراً ملحاً وحتمياً.

العلماء يرحلون الى شيكاغو

إن جامعة شيكاغو تقع في قلب الولايات المتحدة الأمريكية ويتعذر على الأعداء إقتحامها. فلا بأس إذن من أن ينتقل العمل الى هناك. وقام العلماء الذين يعملون في جامعة كولومبيا بفك أجزاء المفاعل الذرى الصغير الذى سبق أن أقاموه. وجمعوا متاعهم من قوالب الجرافيت وقطع اليورانيوم ومصادر إطلاق النيوترونات وعدادات جايجر وكل ما كانوا يستعملونه في عملهم ونزحوا الى شيكاغو.

مشروع "مت لاب"

أصبحت جامعة شيكاغو قبلة العلماء يأتونها من كل فج عميق. وتم تشكيل قطاعات مختلفة للمشروع. وتولى عالم الطبيعة "أرثر كومبتن" الرئاسة العامة للبحوث الأساسية. وهناك كان العمل فى التفاعل المتسلسل محوطاً بالسرية التامة. وأطلق على المشروع الذى أقيم على أرض ملاعب الجامعة تحت مدرجات الإستاد، إسم (مت لاب. Met. Lab) وهى اختصار للكلمات "Metallurgical laboratory" ومعناها معمل التعدين. وفى عام ١٩٤٢ أتمت شركة جوديير للمطاط، عمل بالون ضخى من القماش المغطى بالمطاط وأوصلته الى معمل "مت لاب". وقام فيرمى وزملاؤه بتثبيته، وبدأوا فى رص قوالب الجرافيت وصلها لضمان لياقتها. وتطايير من آلة الصقل مسحوق الجرافيت وانتشر فى كل مكان. فاستحالت الأرض سوداء زلقة، وصبغ بالسواد كل من ينزلق فوقها، وأضحى كل ما فى الملعب غارقاً بالسواد. واستمر العمل حتى ارتفع بناء المفاعل وصار أشبه ما يكون بكرة هائلة وأصبح قادراً على العمل. وبمتابعة ما يدور بداخله أيقن العلماء للمرة الأولى أن حدوث التفاعل المتسلسل عملياً أمر جائز. لقد كان ذلك المفاعل

بدائيا الى حد كبير. أنشئ اختبار إمكانية تطبيق التفاعل المتسلسل عمليا وتحقيق الفكرة النظرية التي أرسيت قواعدها.

التجربة الحاسمة

وجاء صباح اليوم الثانى من ديسمبر عام ١٩٤٢. بعد مضى أربعة أعوام من اليوم الذى وطئت فيه قدما "نيلز بوهر" أرض الولايات المتحدة حاملا معه أولى بشائر استكشاف عملية الانشطار. وكانت سنوات ملؤها العمل الشاق والجهود الجبارة والدراسة الجادة.

وفى ذلك اليوم الموعود الذى تحدد ليعلن فيه العلماء أن مفاعلهم قد أثمر، وأن الانشطار قد أطلق التفاعل المتسلسل، وأن الطاقة الذرية قد تفجرت بعد أن انصهر الساتر الفولاذى الذى يفصل المادة عن الطاقة فى بوتقة العمل الجاد والمتواصل. وانبرى ثلاثة شبان من بين الجمع وتسلقوا المفاعل حتى أستقروا على قمته وهى أخطر بقعة. وكانت مهمتهم العمل بمثابة رجال الإطفاء بحيث إذا حدث شىء غير مألوف أو تحرر المفاعل من السيطرة عليه، قام هؤلاء بإطفائه بواسطة ذر مسحوق الكادميوم وبذلك يقف التفاعل.

واتخذ آخر مكانه على الأرض واقفا بالقرب من ساق مصنوعة من الكادميوم تبرز من المفاعل. وعليه أن يقوم بسحب هذه الساق رويدا رويدا طبقا لما يصدر له من توجيهات. واتخذ فيرمى مكانا خاصا يدير منه التجربة. وأجرى بعض العمليات الحسابية ثم سحب ساق الكادميوم قدما للخارج، فأخذت عدادات جايجر تنبض بضرباتها. وسارت التجربة شيئا فشيئا وفيرمى يقوم بالمراجعة ليتأكد من أن المفاعل يعمل طبقا للتقديرات الحسابية. حيث أنه فى إحدى التجارب كاد ذلك الجهاز أن يتحطم وينفجر نتيجة

لخطأ في حساب الحجم "المثالي" لكتل اليورانيوم، أى أصغر كمية من اليورانيوم تلزم لبدء التفجير النووى واستمراره بصورة تفاعل منتظم هادئ ومستمر لكى يمكن السيطرة عليه.

لقد أدى المفاعل عمله مطابقا تماما لما سبق أن حدده فيرمى. ومعنى هذا أنه أمكن الوصول الى إحداث التفاعل المتسلسل مع إمكانية السيطرة عليه.

مضى نصف ساعة والمفاعل ينتج طاقة ذرية كافية فقط لإضاءة مصباح كهربائى صغير. وبعدها أدخلت ساق الكادميوم مكانها فى المفاعل. وهكذا انتهت التجربة بعد أن كللت بالنجاح. وبعد أن تأكد العلماء أنه قد آن الأوان لكى يقدموا للبشرية مصدرا جديدا للطاقة مغايرا لطاقة الشمس. وشرب الجميع نخب نجاح أول تفاعل متسلسل. وكان عدد العاملين لا يتجاوز العشرين.

العبور إلى الدنيا الجديدة

أسرع "أرثر كومبتن" مدير معامل البحوث بتبليغ النبأ السعيد تليفونيا إلى "جيمس كونانت" أحد رجال القمة من العلماء اللامعين الذين يعملون فى المنظمة التى تتولى كل البحوث العلمية. وما كان له أن يبلغه صراحة أن فيرمى قد نجح فى الوصول إلى التفاعل المتسلسل. إذ أنه بذلك يكون قد أعطى الفرصة لكل مسترق للسمع أن يعلم هذا السر الدفين. ولذلك كانت الرسالة بالشفرة تقول : "... قد يسعدك أن تعلم أن البحار الإيطالي قد وصل من توه إلى الدنيا الجديدة". فأجاب كونانت : "أحقا ما تقول ؟ وهل أبدى المواطنون مودة له ؟" وكان جواب كومبتن : "... لقد وصلوا سالمين سعداء".

ويعتبر اليوم الثانى من ديسمبر عام ١٩٤٢ تاريخ ميلاد العصر الذرى. حيث تم بعدها وضع لوحة تذكارية على الحائط بالقرب من مدخل ملاعب

الجامعة نقش عليها: إنه في اليوم الثاني من ديسمبر عام ١٩٤٢، أمكن للإنسان في هذا المكان أن يحصل على أول تفاعل متسلسل يقيم نفسه بنفسه. فبدأ بذلك انطلاق الطاقة النووية بصورة يمكن السيطرة عليها.

من المفاعل الذرى إلى القنبلة الذرية

كان مفاعل شيكاغو نجاحا علميا عظيما. لقد برهن هذا النجاح على أن إمكانيات العقل البشرى غير محدودة. فقد تمكن من انتزاع الطاقة الكامنة فى جوف الذرة واستطاع أيضا السيطرة على هذه الطاقة والتحكم فيها. وكان هذا النجاح هو البشير الذى أذن بمطلع عصر جديد، ألا وهو العصر الذرى.

على أن هذا المفاعل البدائي لم يكن سوى تجربة لم تنتج من الطاقة ما يمكن استغلاله في صناعة القنابل. وهذه القنابل كانت الغاية التي يتطلع إليها الجيش في ذلك الوقت حيث الحرب الدائرة. لذا فقد أقام الجيش ثلاث مدن سرية كاملة شيدت بها المساكن والمرافق والكنائس والمدارس والحوانىط. واقتسمت هذه المدن الأعمال المتعلقة بصناعة القنابل، فأخذت كل مدينة على عاتقها إتمام جزء منها.

وقد أجمع العاملون في مشروع اليورانيوم أمرهم على أن يطلقوا فيما بينهم اسم الموقع ج "C" حيث قامت مدينة "أوك ريدج" بسرعة غريبة. وقامت بجوار هذه المدينة مؤسسات صناعية أطلق عليها اسم "مؤسسة كلنتن للأعمال الهندسية" للتمويه. تماما كما أطلق من قبل اسم "مت - لاب". وكان العمل الرئيسى لهذه المنشآت هو فصل يورانيوم - ٢٣٥ عن يورانيوم - ٢٣٨. ولتوضيح أهمية ذلك يجب أن نعلم أن ذرة اليورانيوم القابلة للانشطار هي نوع نادر في الطبيعة وهي النظير - ٢٣٥، وأن خامات اليورانيوم تحوى من النظير - ٢٣٨ مائة وأربعين ضعف قدر ما تحوى من

النظير - ٢٣٥ المطلوب. ومن بين الطرق التي استخدمت لفصل هذين النظيرين عن بعضهما هي استعمال مغناطيس هائل يزن نحو ٤٠٠ طن على شكل حلقة بيضاوية من الحديد الصلب حوله ملفات. وعندما يمر التيار الكهربى فى هذه الملفات يصبح الحديد الصلب مغناطيسا.

وكان الأمر يتطلب كميات هائلة من النحاس لصناعة الملفات، إلا أن الجيش كان يستولى على الكميات المتاحة. ولذا اتجهت الأنظار إلى معدن الفضة وهى باهظة التكاليف. وبعد أن وافقت وزارة الخزانة على أن تقرضهم احتياجاتهم وتوجهوا لإنهاء إجراءات استلامها، سأل السكرتير عن كمية الفضة المطلوبة وكانت الإجابة أنه يلزم نحو ١٥ ألف طن. فقفز السكرتير من مقعده قائلاً: "... سيدى إن المتبع فى الحديث عن الفضة ألا يكون إلا بمعيار الأوقيات ". إلا أنه فى النهاية حصل العلماء على مطلبهم، وقد أعيدت بعد ذلك إلى الخزانة فى أعقاب انتهاء الحرب بعد أن وفيت الغرض المطلوب.

سار العمل فى سرية تامة، وكانت اللافتات تنشر هنا وهناك تدور كلها حول التزام الصمت وتجنب الأسئلة. وكان العمال يتناولون وجباتهم فى مطعم عام وقد خيم عليهم الصمت التام، مما أضفى على المدينة كلها سكونا متصلا شاملا ولم يكن من اليسير معه أن يصدق الإنسان أن بها آلافا من البشر.

ولقد أقيمت بعد ذلك مدينة سرية أخرى فرض عليها الحصار الشامل وأحيطت بالأسوار الشائكة. وكانت مهمتها دراسة كل المشكلات المتعلقة بتصميم القنابل الذرية وصناعتها. وكانت تقع على سطح هضبة منعزلة فى "نيو مكسيكو" وعلى ارتفاع ٧٢٠٠ قدم فوق سطح البحر، فوق قرية صغيرة ليس لها وجود على الخريطة تسمى "لوس ألاموس". لقد تحولت هذه

القرية إلى معسكر عمل داخل الأسوار المنيعة والحراسة المشددة. وطلبت جدران جميع المباني باللون الأخضر للتعمية، وكان من العسير تمييزها على بعد مما يحيط بها من الحشائش والأشجار. وفي الليل لم يكن يسمح بالإضاءة في الشوارع. وبذلك لم يكن من اليسير لطائرات الأعداء أن تجد طريقها إلى تلك المدينة السرية. وتحت عنوان "مشروع منهاتن" برئاسة الجنرال "ليزلى روبرت أوبنهايمر" الذى ينحدر من أب ألمانى والذى يطلق عليه أبو القنبلة الانشطارية، سار العمل تحت ظروف أمنية مشددة بهدف إتمام مشروع إنتاج القنابل الذرية الثلاث.

ويعيد التاريخ نفسه، فعودة إلى الوراء، تذكرنا بمدينةنتى "الرها" و"جندى شابور" حين كانت كل منهما ملجأ للعلماء من كل صوب وحذب. يأتونها من كل فج عميق طوعا أو كرها. وهما هى مدينة "لوس ألأموس" أصبحت كعبة يؤمها العلماء من شتى البقاع، فمنهم المهاجرون ومنهم النازحون من مختلف الولايات المتحدة الأمريكية. ومنهم من دول الحلفاء، ومنهم اليهود الهاربون من تعذيب الحكم النازى بألمانيا وموسيلينى بإيطاليا. ومنهم الفارون من ويلات الحرب وأهوالها. فليس هناك ما هو أمر وأقصى على رهبان العلم من نزعات الساسة العسكريين.

لقد لجأ العلماء من شتى أنحاء الولايات المتحدة و كندا ودول أوروبا، إلى "لوس ألأموس". وما "بوهر" الدانمركي و"فيرمى" و"سيجرية" الإيطاليان سوى أمثلة قليلة للجنسيات العديدة التي كانت ممثلة في "لوس ألأموس". ثم وفدت بعد ذلك مجموعة من العلماء، أطلق عليها اسم البعثة البريطانية. فزادت إلى درجة كبيرة من اختلاف جنسيات العلماء وما أكثرها في تلك المدينة.

ولم يكن علماء البعثة جميعا من الإنجليز بل كان من بينهم علماء نزحوا من سويسرا وألمانيا والنمسا وبولندا والمجر. وكان على رأس هذه البعثة "شادويك" الذى أكتشف النيوترون، و"أوتوفريتش" ابن شقيقة "ليز مايتنر" أول من أدركت فكرة انشطار نواة ذرة اليورانيوم. وعمل الجميع

تحت لواء واحد وهدف واحد لإدارة علمية منظمة وحازمة وفي جدية وسرية تامة. لقد وفّت كل مدينة من تلك المدن السرية بنصيبها في العمل الذي وكل إليها وقامت به خير قيام. حيث كانت الأموال تصرف بلا حساب، حتى أن الميزانية السنوية في عام ١٩٤٤ بلغت مليارات الدولارات. وهو مبلغ ضخم جدا في ذلك الوقت، حتى أن الكونجرس الأمريكي رفض الموافقة عليه.

وبينما كان برنامج تصميم القنبلة وصناعتها يتم في "لوس ألاموس"، كان هناك مشروعان كبيران يجري العمل فيهما على قدم وساق. أحدهما في "هانفورد" قرب واشنطن، والآخر في "أوكلاند" في تينيسي، حيث كان يتم إنتاج الوقود اللازم لإنتاج السلاح النووي.

أخذ المشروع إسم مشروع مانهاتن وعين العالم المهندس "روبرت أوبنهايمر" رئيسا لفريق العمل. فأدار المشروع بحذق ومهارة شديدين، وتغلب على كثير من الصعوبات الفيزيائية والكيميائية والهندسية التي اعترضته. وكتب لمشروعه النجاح بفضل الجهود المضنية التي بذلت والأموال التي أنفقت بغير حساب.

وعقب انتهاء العمل أقام العلماء وليمة ضخمة لأصدقائهم الأمريكيين. ويقال أن زوجات العلماء قضين عدة أسابيع لإعداد هذه الوليمة. والتهم المدعوون تلال الأطعمة وأتوا عليها فاخفت على مدى ساعة واحدة من الزمن. وغادر العلماء المدن السرية عائدين إلى أعمالهم وأبحاثهم في الجامعات.

البحوث الذرية في ألمانيا النازية

إلى هنا تنتهي أحداث المشهد الأول الخاص بتصميم وصناعة القنابل الذرية وتطبيق التفاعل المتسلسل الذي تمت فصوله في الولايات المتحدة الأمريكية.

فماذا إذن عن البحوث التي أجريت في أوروبا وبالتحديد في ألمانيا في معامل "هان" و"شترأوسمان" وهما أول من اكتشفا انشطار نواة اليورانيوم وعرفا سر التفاعل المتسلسل ؟.

وكما رأينا في المشهد الأول أن ألبرت اينشتين أرسل خطابا إلى الرئيس الأمريكي يوضح فيه إمكانية صناعة نوع جديد من القنابل لنوع جديد من الطاقة مغايرة لطاقة الشمس، ويطلب منه الإسراع والمعاونة، فقد تم نفس الشيء في الطرف الآخر في ألمانيا النازية مع اختلاف الراسل والمرسل إليه.

القنابل الذرية صناعة الفكر الألماني

أرسل علماء ألمانيا إلى إدارة الحرب الألمانية بضرورة اتخاذ خطوات إيجابية وسريعة لمساعدتهم في إنتاج الأسلحة النووية بعد النجاح المذهل الذي تم في معامل العالمين الكبيرين "هان" و"اشترأوسمان" والخاص بانشطار نواة اليورانيوم. والحسابات الدقيقة التي تمت على كميات الطاقة المنطلقة.

وقد استجابت إدارة الحرب الألمانية لطلب العلماء الألمان للاستفادة من الكشف العلمي الرائد. وصدرت التعليمات بإنشاء مكتب علمي هندسي خاص بالتطبيق العسكري لعملية الانشطار النووي وإنتاج السلاح الذري. إلا أن العلماء الألمان قد جانبهم الصواب حينما قرروا استعمال "الماء الثقيل" كمصدر لإطلاق قذائف النيوترونات. ولمعرفة ماهية الماء الثقيل يجب أن نعرف أولا أن الماء العادي يتكون من ذرة واحدة من الأكسجين متحدة مع ذرتين من الهيدروجين، ويتركز الاختلاف بين النوعين في أن نواة هيدروجين الماء الثقيل تحتوي على نيوترون زيادة عنه في الماء العادي، ومن أجل ذلك سمى الماء الثقيل. ويتواجد الماء الثقيل في مياه المحيطات ولكنه يحتاج لوقت طويل و طاقة كهربية لفصله.

وبناء على طلب العلماء الألمان، أطلق هتلر جواسيسه للتقصي عن أماكن تواجد الماء الثقيل في دول أوروبا. ووضع الخطط العسكرية للاستيلاء عليه. وعندما نما إلى علمه أن فرنسا تتأثر بنصيب الأسد من الماء الثقيل، وقدرت الكمية التي تمتلكها بما يعادل أربعمئة رطل، لذا اجتاحت القوات الألمانية فرنسا لهذا الغرض. ولكن هتلر لم يستحوذ على الهدف المنشود. فقد تم تهريب هذه المادة الهامة سرا إلى خارج فرنسا قبل أن تجتاحها قوات هتلر. وبدأ بعدها الألمان عملية إنتاج الماء الثقيل في النرويج حيث الطاقة الكهربائية رخيصة ومتوفرة. وأنشئ مصنع لهذا الغرض، وكان هتلر قد استولى على معظم مدن النرويج قبل ذلك.

وعندما عرفت مخبرات الحلفاء أن الأبحاث الذرية في ألمانيا تجري على قدم وساق في جامعة "استراسبورج"، إهتموا بتعقبها بعد الاستيلاء على المدينة. ورغم أن العلماء الألمان تستروا في زى الأطباء واعتكفوا في المستشفيات، فقد وقعت أوراقهم وأبحاثهم الخاصة بالبحوث الذرية في أيدي الحلفاء الذين كشفوا النقاب عن مدى تقدم الألمان في هذا المضمار، وأنهم قد وصلوا إلى نفس المرحلة من التقدم الذي وصل إليه الحلفاء عام ١٩٤٠. وأنهم قرروا استعمال الماء الثقيل كمصدر لإطلاق قذائف النيوترونات، وأن المصنع تم إنشاؤه في النرويج.

وبناء على ما توصلوا إليه من معلومات، قام العملاء السريون للحلفاء بإجهاض العملية تماما. إذ تم تفجير المصنع وتدميره وتعطل العمل.

وهكذا كان قرار استخدام الماء الثقيل في تجارب التفاعل المتسلسل هو السبب الأول في فشل المشروع الألماني لإنتاج القنابل الذرية، بالإضافة إلى أسباب أخرى من بينها هرب صفوة العلماء اليهود من الحكم النازي إلى أمريكا وعلى رأسهم ألبرت أينشتاين.

لقد تمخض مشروع "مانهاتن" عن إنتاج ثلاث قنابل فقط. ولهذه القنابل الثلاث رواية أخرى كتبها العالم الألماني "أرفين أوبنهايمر" الذي إعتقلته قوات الحلفاء مع سبعة وعشرين عالما ألمانيا وتم ترحيلهم إلى

الولايات المتحدة بعد استسلام ألمانيا. وبعد تسع سنوات من انتهاء الحرب حصل "أرفين أوبنهايمر" على الجنسية الأمريكية وكتب مذكراته عن الانشطار النووي وأصدر كتابا بعنوان "يا للهول".

يقول "أرفين" أن العلماء الألمان جمعوا كمية كبيرة من اليورانيوم تكفى لصناعة عدة قنابل. وتم تخصيص معامل "هامبورج" لتخصيب اليورانيوم. وكانت خطة هتلر تتضمن نقل القنابل إلى اليابان عن طريق الغواصات. ويضيف "أرفين أوبنهايمر" أن العلماء الألمان أخروا عمدا "السلاح السري" الذى كان من المزمع إعلانه فى العيد الثانى عشر لتولى حزب النازي الحكم فى ألمانيا أى فى ٣٠ يناير عام ١٩٤٥. كما أن هتلر أوقف استمرار المشروع عندما تلقى رسالة من أحد العلماء يحذره من النتائج الوخيمة والآثار المدمرة للتفجير الذرى على الكرة الأرضية بأسرها. الأمر الذى ترتب عليه تأجيل إنتاج القنابل الذرية فى ألمانيا.

وهناك جهة أخرى كانت تقوم بإجراء البحوث الذرية منذ الثلاثينات فى معهد التكنولوجيا بمدينة "خاركوف" بالاتحاد السوفيتى، تحت إشراف العالم الروسى "أيجور كورتشاتوف". إلا أن انشغالهم بجهة القتال مع الألمان حال دون تكريس الجهد وبذل المال لذلك المشروع. ولم يتلق "كورتشاتوف" أوامر البدء فى صناعة القنبلة إلا بعد تدمير هيروشيما. وفى عام ١٩٤٩ تم تفجير أول قنبلة سوفيتية. وبذلك أنهى السوفيت احتكار الولايات المتحدة الأمريكية للسلاح الذرى.

ويضيف المؤرخون السوفيت أن "روزنبرج" وزوجته أعدما ظلما فى أمريكا بتهم تسليم أسرار القنابل إلى السوفيت. وأنهما كانا ضحية أسطورة التفوق الأمريكى فى مجال البحوث الذرية.

إلا أن العامل المشترك فى الجهات الثلاث التى تروى صورا مختلفة لحدث واحد هو العلماء الألمان. فبعد استسلام ألمانيا اعتقل الحلفاء العلماء الألمان وتم إبعادهم عن أرض الوطن، فذهبت مجموعة منهم إلى الاتحاد

السوفيتي "السابق". ومجموعة أخرى إلى بريطانيا. ومجموعة ثالثة إلى الولايات المتحدة الأمريكية. إضافة إلى العلماء الألمان الذين هاجروا من ألمانيا قبل وأثناء الحرب هربا من حكم النازي. فكانت القنبلة النووية الانشطارية صناعة الفكر الألماني. أما تحويل الفكرة النظرية إلى التطبيق العملي أو انتزاع الطاقة الذرية والتحكم فيها فكانت صناعة أمريكية، ومن ثم سوفيتية.

يقول "أرفين أوبنهايمر" أن هتلر عندما أغمض عينيه، إنتهت الحرب العالمية الثانية، وبدأت في الوقت نفسه الحرب الباردة وسباق التسلح النووي وما صاحب ذلك من آثار بيئية وخيمه وإنفاق أموال طائلة.

ويقال أن لعنة مشابهة للعنة الفراعنة حلت بمن ساهم في إنتاج القنبلة النووية، ربما لتعرضهم للإشعاع المستمر الناجم عن عنصر اليورانيوم. فبعد انتهاء الحرب حرم على فيرمي زيارة وطنه إيطاليا لأسباب أمنية، وعندما سمح له بذلك كان المرض الخبيث قد تمكن منه ومات عام ١٩٥٥.

أما "روبرت أوبنهايمر" فقد عانى من مطاردات وملاحقات أمنية بسبب علاقته بفتاة شيوعية قبل زواجه وتم محاكمته وانتهى أجله عام ١٩٦٢. بعد أن أصيب بورم خبيث في حنجرتة ومات عن عمر يناهز ٦٢ عاما.

وأما "أوتوهان" فقد نال جائزة نوبل للكيمياء عام ١٩٤٤ وتكرما له أطلق اسمه على العنصر ١٠٥ "الهانيوم". كما أطلق اسم "فيرمي" على العنصر ٩٩ "الفرميوم". ويتنازع السوفيت والأمريكيون العنصر رقم ١٠٤، ولذا يتمتع هذا العنصر بإسمين في آن واحد. أما الأمريكيون فيطلقون عليه "رذرفورديوم" نسبة إلى العالم "رذرفورد". وأما السوفيت فهم يطلقون عليه "كورتشاتوفيوم" نسبة إلى العالم الروسي "أيجور كورتشاتوف" الذي أشرف على التجارب الذرية في روسيا منذ ثلاثينيات القرن الحالى.

الفصل الرابع

النَّجْرِيَّةُ الْأُولَى لِلْقَنْبَلَةِ الْخَرِيَّةُ

فى ١٦ يوليو عام ١٩٤٥، وفى قلب صحراء "نيومكسيكو" جنوب "لوس
الاموس"، تم تجربة أول انفجار ذرى للوقوف على مدى إمكانية انفجار
القنابل الجديدة فى إطار العمليات الحسابية. ولقد برهنت هذه التجربة أنها
أشد قوة مما كان ينتظره العلماء. حيث بلغت قوة التفجير ما يقرب من
عشرين ألف طن من مادة (ت.ن.ت) طبقا لتقديرات فيرمى. وقد انطلق منها
ضوء خافت وهاج بلغ من شدته أن شعرت به فتاة كفيفة من مكان يبعد عدة
أميال. لقد غمر جنبات الإقليم كله ضوء كشاف بلغ فى شدته أضعافا مضاعفة
لضوء الشمس.

وما أن انقضى ثلاثون ثانية بعد أن تم الانفجار حتى هبت موجة هواء
لافة ضغطت بقوة رهيبة على الإنسان والجماد. ثم تبعها فورا صوت راعد
هادر متصل مخيف كأنه النذير الذى يؤذن بيوم الحشر. ثم تكوم الغبار
الذرى وتجمع الغيام على هيئة قبة ضخمة اتخذت طريقها صاعدة فى قلب
السماء، فغمرت الإقليم كله بإظلام تام. وأحدث الانفجار فى الصحراء فجوة
كأنها فوهة بركان عمقها ٦٩ مترا وقطرها ٣٦٠ مترا، صهرت الرمال التى
كانت تغطى هذه الفوهة. وعندما بردت وتماسكت بطنت الفوهة من
الداخل بغشاء من الزجاج الأخضر. وأضيرت الأعشاب التى كانت نامية على
أبعاد وصلت إلى ١٥٠٠ مترا وذلك بفعل لفح الهواء. وعلى بعد ثلاث كيلو
مترات غطيت النباتات النامية بالطين والرمل المشعة التى أثارها الرياح.

مات الرئيس روزفلت فى أبريل عام ١٩٤٥. وتولى بعده الرئيس ترومان
رئيسا للولايات المتحدة الأمريكية. وتلفه الرئيس الجديد والشعب
الامريكى للحصول على نصر عاجل فى الحرب العالمية الثانية.

الحرب النفسية

إلا أن الموافقة على مبدأ استعمال السلاح الذرى بعد وفاة روزفلت
كان من المشكلات المعقدة التى واجهت الرئيس ترومان فى بداية عهده.

ذلك لأن استخدام السلاح الذرى لم يكن متفقاً مع المبادئ الإنسانية والأخلاقية، خاصة بعد أن امتنع الجنود عن استخدام الغازات السامة والخانقة والجراثيم بعد الآثار المدمرة واللاإنسانية التى حدثت فى الحرب العالمية الأولى من جراء استخدام هذا السلاح، والتى كبدت القوات الفرنسية وقوات الحلفاء خسائر فى الأرواح قدرت بالآلاف. ولذا فقد شكل ترومان لجنة فرعية من بعض العلماء والسياسيين للنظر فى كيفية استخدام هذا السلاح الذى أوشك على الظهور، وطرحت أمام اللجنة الأسئلة الآتية :

هل من المناسب إنسانياً إستخدام السلاح الذرى ؟ وهل من الأفضل إخبار العدو بحقيقة هذا السلاح فىكون له الخيار بين التسليم وبين تحمل مسئولية الضحايا ؟.

أما بخصوص السؤال الأول فإن اللجنة وافقت بالإجماع على استخدام السلاح الذرى. ومبررها الأخلاقى هو أن اليابان تستमित فى الدفاع عن ممتلكاتها. وستكون أشد استماتة عندما تغزى أراضيها. وعلى هذا فإن استمرار الحرب فترة طويلة سوف يكلف الطرفين خسائر فادحة فى الأرواح والأموال. وقدر الخبراء أن خسائر أمريكا وحدها ستبلغ مليون نسمة، وهذا يفوق ضحايا القنبلة الذرية.

أما فيما يتعلق بالسؤال الثانى، فقد تشعب الرأى، وذهب البعض إلى حد المطالبة بدعوة المراقبين من الأعداء لمشاهدة التجربة فى صحراء "نيو مكسيكو". ولكن الردود جاءت بجواب مفهم، وهو أنه ماذا يكون الوضع لو أن التجربة لم تنجح ؟.

كذلك كان هناك اعتراض على إنذار العدو بإلقاء القنبلة فى وقت محدد، بأن اليابان قد تلجأ إلى تجميع الأسرى فى هذا المكان.

إنتهت اللجنة إلى أن الهدف من استخدام القنبلة هو الحرب النفسية لدفع اليابان إلى التسليم فوراً. لذلك أوصت بأن تقذف فوق هدف عسكري تحيط به المساكن الأسهل تدميراً. وعلى هذا الأساس تم اختيار هيروشيما. واكتفى في إنذار وجهة الحلفاء في ٢٦ يوليو بالتلميح إلى أن اليابان سوف تتعرض لأسلحة جديدة أشد فتكاً من تلك التي استخدمت في إخضاع ألمانيا. وأطلق الحلفاء الإشاعات بين الشعب الياباني مفادها أن أمريكا أعدت لليابان مفاجأة من طراز جديد.

لقد جمعت محنة الحرب بين أمريكا وبريطانيا وروسيا في تحالف كان له دوره الخطير. وكان الاتصال دائماً بين "ترومان وتشرشل وستالين" للتنسيق في شئون الحرب. ومن أهم الاجتماعات التي تمت بين الرؤساء الثلاثة، الاجتماع الذي عقد في منتصف يوليو عام ١٩٤٥ في "بوتسدام" وهي من ضواحي برلين الشرقية. وتشاء الظروف أن تصل إشارة إلى ترومان بأن الاختبار النووي قد نجح وأن القنبلة الذرية قد تمت تجربتها وأن التجربة قد نجحت. لقد كانت لحظة حاسمة في تاريخ الحرب وفي تاريخ البشرية. يقول ترومان في مذكراته "... حاولت أن أنقل النبأ إلى ستالين كما لو كان شيئاً عارضاً طارئاً قد طاف بخاطري وأنا أتحدث إليه. فذكرت له في سياق حديثي معه في موضوعات أخرى أننا في الولايات المتحدة نمتلك الآن سلاحاً جديداً له قوة تدميرية غير عادية. ولم يظهر الرئيس الروسي اهتماماً خاصاً بما سردته عليه. وكان كل ما قاله أنه سعيد بسماع هذا النبأ. ويأمل أن نحسن استخدام السلاح الجديد ضد اليابانيين." ولم يكن هدوء ستالين أكثر من قناع يخفي وراءه انفعالاته. إذ أنه كان لا شك يعلم عن المشروع الأمريكي (مشروع مانهاتن) عن طريق مخابراته وعملائه السريين، وكان قد بدأ فعلاً في روسيا برنامجاً للأسلحة النووية.

وقد انتهى اجتماع دول الحلفاء بإصدار إنذار إلى اليابان في ٢٦ يوليو عام ١٩٤٥ يطلبون منها التسليم غير المشروط. ورفض رئيس الوزراء

الياباني الإنذار الثلاثي، ولكنه أبدى استعدادة للاشتراك في مباحثات سلام لإنهاء الحرب على شرط أن تحتفظ اليابان بالأراضي التي استولت عليها، وأن تحصل أيضا على تأكيدات من الحلفاء أن يحتفظ الإمبراطور بعرشه. ورفض الحلفاء شروط اليابان. وأصروا على أن يكون تسليم اليابان تسليما غير مشروط. وتمسكت اليابان بموقفها بكل إباء حتى جاء اليوم الموعود.

اليابان دأبت على مواجهة الكوارث

لقد سارت بنا التجارب الذرية جنبا إلى جنب مع أحداث الحرب العالمية الثانية، حتى تم للحلفاء إنتاج السلاح الذري وإعداده لردع اليابان. وهنا يجب أن يتطرق بنا الحديث قليلا لنستعرض شيئا عن اليابان التي استهدفتها دول الحلفاء بالتدمير الذري.

من المعروف أن الجزر اليابانية تولدت نتيجة للزلازل والبراكين. فليس هناك على وجه الأرض مكان عانى مثل ما عانته اليابان من اضطرابات على أراضيها. ولنضرب لذلك مثلا بما حدث في عام ١٨٩١ حين انشقت الأرض شقا كما لو كانت أبواب جهنم قد فتحت على مصراعيها. لكي تغوص الأرض اليابانية بما حملت. و تلتهم ألسنة النيران المندلعة مدناً وقرى بأسرها. وتكرر المأسى عاما بعد عام نتيجة فوران البراكين وتجدد الزلازل و تلاطم الأمواج حتى ساد الاعتقاد بأن اليابان برمتها سوف تبتلعها لجح المحيط.

لقد تعود اليابانيون من قديم الأزل على مواجهة الكوارث والمحن. ويذهب بعض المؤرخين إلى أن هذه الطبيعة البركانية قد انعكست على طبائع اليابانيين فتعودوا على مواجهة الموت بشجاعة دون شكوى أو نحيب. وأسهم ذلك بقدر موفور في اكتسابهم صفات مميزة اشتهروا بها على طول تاريخهم الطويل. ومنها الاستسلام والخضوع للكوارث وحب الهجرة والتوسع في أراضيهم لاستيطان مناطق زراعية آمنة.

وتنبثق حركة التوسع اليابانى عن أفكار عقائدية فضلا عن المصالح الاقتصادية. فقد درجت الحكومة على تشجيع تعاليم ديانة "الشنتو" التى تبث لدى الشعب أحقيتهم فى سيادة العالم واستغلال خيراته.

وقبل الحرب العالمية الثانية. بدا واضحا ندم دول الحلفاء على تقوية اليابان، وأدركت قيمة ما أسمته بالخطر الأصفر. وأقفلت أستراليا وأمريكا باب الهجرة أمام اليابانيين بعد أن استمرت اليابان فى فرض سياسة التوسع حتى تم لها احتلال منشوريا وجنوب شرق آسيا وبكين ومعظم موانئ الصين الهامة.

وفى غضون أشهر الحرب الأولى استطاعت البحرية اليابانية احتلال "سيام". كما تم لها شل حركة السلاح البحرى البريطانى فى الشرق الأقصى بعد أن أغرقت البارجات البريطانية. ثم توغل جيش اليابان داخل "الملايو".

لقد كان هجوم اليابان على جزر هاواى وهى من الممتلكات الأمريكية، بمثابة الشرارة الأولى التى تسببت فى دخول أمريكا الحرب بتصميم غريب لسحق جيش اليابان وإنهاء التوسع اليابانى فى آسيا.

وبعد ثلاثة أيام من ضرب ميناء "بيرل هاربور"، أعلنت كل من ألمانيا وإيطاليا الحرب على الولايات المتحدة الأمريكية.

فى ذلك الوقت كانت ألمانيا النازية تسيطر على أوروبا الغربية والبلقان وتوغلت الجيوش الألمانية فى قلب الاتحاد السوفيتى.

وبعد ضرب ميناء "بيرل هاربور" احتل الجيش اليابانى سنغافوره. وهى من أهم القواعد البريطانية فى المنطقة. ثم استولى أيضا على جاوا وسومطره وبورنيو وتيمور وبورما ومعظم جزر الهند الشرقية التى تذخر بثروات طبيعية هائلة من البترول وغابات المطاط الشاسعة. وبذلك انهارت

الإمبراطوريات الاستعمارية لكل من بريطانيا وهولندا والولايات الأمريكية أمام الزحف الياباني المستمر.

وعندما أعلنت أمريكا الحرب على اليابان ، تم تسليم جزيرة "أوكيناوا" في ٢٠ أكتوبر عام ١٩٤٤ بعد معركة ضارية، فاشتدت مقاومة الجيش الياباني وصدر قرار بتجنيد الأطفال من الجنسين البالغ أعمارهم ١٢ سنة. وأيضا الشيوخ حتى سن الستين، والنساء حتى سن الخمسين. وأنطلق السلاح الجوي بطلعات انتحارية بالطائرات على شكل مجموعات كانت الأولى من نوعها. واستمر القتال بشراسة لم يسبق لها مثيل. وتم قصف طوكيو مرات عديدة. وبعدها ظلت القنابل تنهمر على المدن اليابانية الواحدة تلو الأخرى وتتزايد حدتها يوما بعد يوم. ثم وجه الحلفاء رسالتهم إلى اليابان بالتسليم غير المشروط. كما تضمنت الرسالة أيضا نزع السلاح ووقف إنتاج الصناعات الحربية وإلغاء النظام العسكري وتسليم جميع المدن التي احتلتها اليابان. وتم إطلاق الإشاعات وتوزيع المنشورات بين الشعب الياباني تفيد بمطالب الحلفاء وأنهم يعدون لهم مفاجأة من نوع جديد. وكان السفير الأمريكي لدى اليابان قد ندد في حديث إذاعي بحوادث التعذيب التي يتعرض لها الصحفيون الأمريكيون ورجال الإرساليات المسيحية لانتزاع اعترافاتهم بعد إعلان الحرب رسميا على اليابان. وطالب بضرورة إبادة النظام العسكري ، كما أفاد بان شعب اليابان لا يمكن إخضاعه إلا بعد إلحاق هزيمة عسكرية كاملة به.

مدينة هيروشيما اليابانية

تقع مدينة هيروشيما على نهر "أوتا" الذي يتفرع فيها إلى سبعة فروع، وتبلغ مساحتها ١٨ ألف فدان ، تحيط بها الجبال من جهات ثلاث ، والبحر

من الجهة الرابعة، ويبلغ عدد سكانها قبل إلقاء القنبلة الذرية عليها ٤٨٠ ألف نسمة مضافا إليهم ٦٠ ألف من الجنود.

وفي عام ١٩٤٥ وقبل نهاية الحرب العالمية الثانية تطورت الأمور سريعا وتتابعت الأحداث. إذ عقد مؤتمر "يالتا" في فبراير وهزمت ألمانيا في ٨ مايو وسلمت جزيرة "أوكيناوا" اليابانية في ٢١ يونيو، وجربت أول قنبلة ذرية في صحراء "نيو مكسيكو" في ١٦ يوليو، وافتتح مؤتمر بوتسدام وصدرت قراراته في ٢٦ يوليو. حدث كل هذا ولم يعلم اليابانيون من أمر معظم تلك الأحداث شيئا، لأنهم كانوا مشغولين بالغارات الجوية الكثيرة التي استمرت على المدن اليابانية ليلا ونهارا لفترات طويلة. إلا أن هيروشيما لم تصب بسوء من جراء تلك الغارات الجوية المتكررة. وقد فسر بعض العسكريين تلك الظاهرة بأنها تركت عمدا بدون غارات لكي تكون حقا خصبا لاختبار مدى الخراب والدمار اللذين سوف تحدثهما القنبلة الذرية على مدينة كاملة بسكانها ومنازلها وأهدافها العسكرية.

الفصل الخامس

القنابل الذرية تُدمر الحرب

العالمية الثانية

بعد منتصف الليل الساكن، وقبل بزوغ فجر يوم جديد، غادرت الولايات المتحدة الأمريكية ثلاث حاملات قنابل من طراز (ب - ٢٩) متوجهة صوب جزر اليابان.

وفى صباح اليوم التالى، وكان ذلك فى يوم الإثنين الموافق السادس من شهر أغسطس عام ١٩٤٥، أطلقت صفارات الإنذار اليابانية، ولكنها لم تلبث أن اتبعت بصفارات الأمان، وخرج الناس من مخابثهم بعد أن ظنوها طائرات الاستطلاع التى يطلق عليها اسم "اينو لاجاى" وتقوم بمهمة استكشافية.

كانت هذه الطائرات تحلق على ارتفاع ما يقرب من ٨٥٠٠ مترا من الاتجاه الشمالى الشرقى، وفجأة وفى منتصف المدينة هدأت إحدى الطائرات من سرعتها وألقت بجسم اسطوانى غامض مصحوبا بمظلة "براشوت"، تحتوى على مجموعة من أجهزة الإرسال وقد صممت بطريقة خاصة لكى تؤكد انفجار القنبلة فى لحظة محددة. وكان الدكتور "لويس الفاريز" بالطائرة لتشغيل الجهاز الذى صممه لهذا الغرض وهو حائز لجائزة نوبل.

وفى سرعة البرق الخاطف، استدارت الطائرة فى الاتجاه المعاكس وغادرت المكان. وبعد دقيقة واحدة، قطعت فيها مسافة ١٦ كيلومترا، لمح الناس وميضا ساطعا أخذا يطيويه سحاب أحمر كثيف، فاتجهوا بأبصارهم إلى السماء وهم يتعجبون ويتساءلون عن ماهية ذلك الشئ الاسطوانى المجهول الذى يهبط فى مدينتهم. وبعد دقيقة ونصف وعلى ارتفاع ٥٧٠ مترا من سطح الأرض، وكان ذلك فى تمام الساعة الثامنة والرابع من صباح ذلك اليوم المشؤوم، إهتز العالم على أثر دوى رهيب تجاوبت به أرجاؤه البعيدة والقريبة. وحمل الدوى معه أصدااء حدث مروع، لقد أقيت القنبلة الذرية على مدينة هيروشيما اليابانية. ولما لم تستسلم اليابان، أعقبتها الولايات المتحدة بأخرى بعد ثلاثة أيام أقيت على مدينة نجازاكي. فأتت القنبلتان على قلبى المدينتين فنسفتهما نسفا وأزالت معالمهما من الوجود،

بعد أن غمرت هما بضوء يفوق ألف شمس. يبدو كأنه مزيج من الأصفر الذهبى والأرجوانى والبنفسجى والرمادى والأزرق والبني الداكن. وتحت ما يشبه سحب الغبار ، بدأ النهار يتحول شيئاً فشيئاً إلى ظلام تام.

ويبلغ طول القنبلة ثلاثة أمتار وقطرها ٧٠ سنتيمتراً ووزنها تسعة آلاف رطل وقوة تفجيرها تكافئ ٢٠ ألف طن من أشد المواد المتفجرة (T.N.T).

وتدل التقارير التى وردت بعد ذلك أن السكان القاطنين فى نطاق مئات الأمتار من الانفجار كانوا يحترقون وتتفحم أجسادهم. وبعد ذلك المدى يصاب السكان بحروق من الإشعاعات. وقد بلغ عدد الضحايا ما يقرب من ٢٥٠ ألف نفس بين قتيل وجريح. وأصيب من نجا من لحظة الانفجار الأولى بفقد السمع والبصر والحروق والتشوهات مدى الحياة. هذا علاوة على تأثير أشعة جاما التى تقتل الكرات البيضاء وتمنع تجلط الدم مما يسبب النزيف المستمر تحت الجلد وإتلاف الأنسجة ونخاع العظام. وهذه الأخطار تسبب الوفاة المتأخرة. ومازال بعض المشوهين فى اليابان يعانون من آثار الإشعاع وهم على قيد الحياة حتى الآن .

وفى لحظة الانفجار تكون الذرات شديدة السرعة. ويكون مركز الانفجار شديد الحرارة التى قد تصل إلى ملايين الدرجات. فتصهر تبعاً لذلك حبيبات التربة ويتحول الرمل إلى زجاج وتعجز الأرض عن الإنبات. وفى لحظة القصف عندما يصبح مركز الانفجار شديد الحرارة ، تتكون كرة هائلة من النار تبدو كما لو كانت شمسا صناعية. لقد بلغ قطر هذه الكرة ستين متراً، فى زمن قدره جزء من عشرة آلاف جزء من الثانية الواحدة. وقدرت درجة حرارتها بما يقرب من ثلاثمائة ألف درجة مئوية. أما فى لحظة الانفجار فان درجة الحرارة تبلغ ٥٠ مليون درجة. بعد ذلك تكوم الغبار الدرى على هيئة قبة تشبه فطر عيش الغراب، وأخذت تتجه إلى أعلى حتى وصلت إلى ارتفاع تسعة آلاف متر.

هيروشيما تغرق

بعد مرور ١٥ دقيقة، بدأ المطر يتساقط. وفي غضون ساعتين، انهمر المطر على هيئة سيول جارفة داكنة اللون وملوثة بالإشعاع والغبار الذرى. واستمرت الفيضانات المتدفقة لساعات متواصلة، إلى أن جرفت فى طريقها مخلفات الدمار التى قاومت القصف. كما أزالـت شوارع بأكملها واكتسحت الجسور وكل ما اعترض طريقها من المنازل والمنشآت العسكرية وجثث الضحايا والجرحى وغير ذلك. وعلى بعد ١٥ كيلومترا من مركز الانفجار، كان هناك فريق من الخبراء قدموا من الجامعة للقيام بدراسة التأثيرات التى طرأت على المرضى. وفجأة انهمر عليهم جزء من الجبل وغرق جمع غفير من الباحثين والمرضى. وقد نتج عن الانفجار الذرى وما أعقبه من ارتفاع مذهل فى درجات الحرارة، موجات من الضغط سحقت المباني الواقعة فى حدود ٢,٥ كيلومترا من مركز الانفجار وحطمتها.

هيروشيما تحترق

بعد مرور ٢٠ دقيقة اندلعت الحرائق فى كل مكان حتى أنها وصلت إلى ٣٧٠٠ مترا من الانفجار. وكانت ألسنة النيران تشتعل بشدة وسرعة بالغة، فاحترقت أعمدة التليفونات وأسلاك البرق والكهرباء، وعزلت المدينة عن باقى المدن عزلا تاما. وانفجر أحد خزانات الوقود بالمدينة واشتعلت فيه النيران بضراوة بالغة، وانعكست ألسنة اللهب على مياه النهر فبدت كما لو كانت قطعة قدت من الجحيم. وفى ظهر ذلك اليوم المشئوم بلغت ألسنة النيران ذروتها وظلت كذلك حتى بددت ظلام الليل الحالك فأضاءت المدينة المنكوبة، واختلط على الناس الأمر فلم يدركوا ليلهم من نهارهم.

هيروشيما تختفى من الوجود

استمرت الحرائق المندلعة ثلاثة أيام متواصلة، أتت فيها النيران على الأخضر واليابس، وأزالت معالم المدينة من الوجود. كما استمرت المواد المتفحمة في الاشتعال لمدة أسبوع، حتى أن أحد الأطباء الذى نجا من آثار القصف الذرى، ظل يضمّد جراح مرضاه على ضوء الحرائق المندلعة.

وبعد ضرب مدينة نجازاكي، أذاع راديو طوكيو بياناً موجزاً عن ضرب اليابان بنوع جديد من القنابل. إلا أن الإذاعة الأمريكية أماطت اللثام عن نوع القنابل المستخدمة فى قصف اليابان وقوة تفجيرها.

انقلاب عسكرى فى اليابان

من المدهش أن المعارضة فى اليابان لم تتحول عن رأيها فى عدم الاستسلام حتى بعد ضرب مدينتى هيروشيما ونجازاكي بالسلاح الذرى. لذا فقد قام أحد قواد الجيش من المعارضين للإمبراطور فى استسلام بلادهم وهو يدعى "آمانى"، قام بمحاولة انقلاب فاشلة فى ١١ أغسطس. وقد اضطر بعد ذلك للانتحار مع عدد من الضباط الذين أيدوه وعاونوه.

الإمبراطور يذيع بياناً إذاعياً

فى ١٤ أغسطس عام ١٩٤٥ تحدث إمبراطور اليابان لأول مرة فى تاريخه مخاطباً الشعب مباشرة بكلمات قليلة جاء فيها " ... بعد تفكير وروية فى الظروف التى تمر بها إمبراطوريتنا، قررنا اتخاذ خطوات إيجابية نحو دوام الاستقرار على الوضع الراهن، بتدابير صارمة".

كان أروع شيء لدى شعب اليابان أن يتحدث إليهم الإمبراطور بصوته مباشرة. وكان المصابون يتكئون على عصي ليسمعوه من مكبرات الصوت وهم ينتحبون والدموع تنهمر من عيونهم. لقد كان الضحايا يفارقون الحياة وهم يرددون اسم الإمبراطور وأنهم يموتون فداءً.

اليابان تستسلم

بعد إلقاء بيان الإمبراطور، تم تسليم اليابان لقوات الحلفاء. أما وثيقة الاستسلام فقد وقعت في اليوم الثاني من سبتمبر على الباخرة ميسوري على شواطئ طوكيو، وبذلك انتهت الحرب العالمية الثانية وأشد الحروب ضراوة في التاريخ. ومع طلب التسليم تحفظ الإمبراطور بخصوص بقاءه على العرش. ورأى السوفيت أن هذا يتنافى مع مبدأ التسليم دون قيد أو شرط. إلا أن الاتجاه السائد في الولايات المتحدة أيد بقاء الإمبراطور على أن يخضع للقائد الأعلى لقوات الحلفاء. ولذا فقد تعهدت أمريكا أن يبقى إمبراطور اليابان على عرشه.

وتشاء الأقدار أن يظل إمبراطور اليابان على عرشه بعد تدمير بلاده لما يربو على نصف قرن من الزمان لكي يتحدى الأعداء ويشهد بنفسه التقدم العلمي والصناعي والتكنولوجي الرائع لبلاده، وأن يغزو العالم أجمع بإنتاج اليابان التي كتب لها التفوق في شتى مناحي الحياة.

الفصل السادس

آثار القصف الذرى

بعد تسليم اليابان في ١٤ أغسطس عام ١٩٤٥، تدفقت قوات الحلفاء لفحص الآثار الناجمة على التفجير الذري، وتصوير المدينتين المنكوبتين وكتابة التقارير المفصلة. وتشاء الأقدار أن ينجو من الموت ستة من المواطنين من بينهم أحد رجال الدين وقس الماني، عضو البعثة التبشيرية باليابان، وطبيب شاب ظل يعمل في تضميد جراح المرضى على ضوء الحرائق المشتعلة لما يقرب من تسعة عشر ساعة حتى وقع مغشيا عليه.

كان هؤلاء الناجون خير رواة لجميع الأحداث التي وقعت والتي سجلها الكاتب الأمريكي "جون هيرزي" ونشر كتابه "هيروشيما" عام ١٩٤٧.

مآسى تتبعها مآسى

جاء في كتاب هيروشيما للكاتب جون هيرزي، "... إن أول ما ظهر على قيد الحياة في مدينة هيروشيما بعد القصف الذري مباشرة، فريق من الجنود الذين كانوا في خنادقهم المحفورة في سفوح التلال. وهي جزء من آلاف الخنادق التي حفرها اليابانيون لمقاومة الغزو. لقد خرج الجنود من خنادقهم والدماء تنزف بغزارة من رؤوسهم وأفواههم وصدورهم وظهرهم وهم صامتون. وإذا بجمع غفير من الجرحى والمشوهين ومبتورى الأطراف، يتدفقون في شبه مظاهرة كبرى غلفتها مظاهر البؤس والشقاء، وتجمهروا يتلمسون طريقا في أروقة حطام مبنى المستشفى في زحام خانق وهم يكون ويصيحون طالبين النجدة. وإذا بصوت راعد متصل مخيف يثير الرعب ينطلق، وتتبعه موجة هواء لافحة تقتلع جذور الأشجار المتفحمة، وتحمل الناجين وتلقى بهم بعيدا لكي تتراكم فوقهم أكوام الحجارة والأخشاب الناجمة عن الدمار.

وقد اجتاحت قوة الضغط الصادرة عن الانفجار مبنى المستشفى ومزقته إربا. وسقطت الأسقف والجدران وألواح زجاج النوافذ على المرضى. وانقلبت الأسرة رأسا على عقب، وتناثرت شظايا الزجاج إلى أجساد الجرحى فاختلطت الأرض والجدران بالدماء المتدفقة.

وقد افترش أعداد هائلة من الناس، الطرقات ينتظرون الموت، وكانوا يعانون من الصداع والغثيان والقيء، ويئنون من شدة الألم والعطش.

وعلى بعد أمتار قليلة من مركز الانفجار، كان شعر الناس يتساقط. وقد تسلخت جلودهم وتدلّت من وجوههم وأيديهم.

ومن خلال هذه الفوضى الجنونية المؤلمة، يمد أحد المرضى يده ليأخذ بيد عجوز لكي يعاونها على النهوض، فإذا بجلد يدها ينسلخ من فوق العظم كما لو كانت تخلع القفازات من يديها.

أما بالقرب من مركز الانفجار، فانه يتراءى للناظر كما لو كانت مدينة أشباح مسحورة. فالناس تتفحم أجسادهم على حالهم لحظة القصف وهم وقوف أو قعود. ومن المأسى التي تبدو كما لو كانت لوحة مجسمة محزنة، منظر خمس رجال يقومون بدفع قارب إلى النهر، وقد وافتهم المنية وهم على هذه الحال فأضحوا كالتمائيل السوداء المتفحمة. كما أن محاجر عيونهم قد إقتلعتها حرائق الإشعاع فأصبحت جوفاء خاوية.

الآثار الناجمة عن الإشعاع

تدفع العلماء على المدينتين المنكوبتين للمعاينة وإجراء البحوث اللازمة، وكان أول شيء قاموا به هو تحديد مركز الانفجار وقياس شدة الإشعاع. وقد تم فحص ٦٥٣٤ موقعا اختيروا بعناية لكتابة التقارير.

ويتضح من الجدول الآتى أعراض الاعتلال الإشعاعى الناتجة من المشاهدات التى لوحظت بعد انفجارات هيروشيما و نجازاكي.

الزمن عقب التعرض للقصف الذرى	٦٠٠ رونتجن (جرعة قاتلة)	٤٠٠ رونتجن (جرعة نصف قاتلة)	٢٠٠ رونتجن (جرعة متوسطة)
الأسبوع الأول	- غثيان وقىء بعد ساعتين		
الأسبوع الثانى	- إسهال وقىء. - التهابات فى الحلق. - هزال سريع يؤدى إلى الموت بنسبة ١٠٠%	- لا توجد أعراض محددة	
الأسبوع الثالث		- يبدأ الشعر فى السقوط. - فقد الشهية. - حمى. - إحساس عام بالاعتلال. - شحوب فى اللون. - موت بنسبة ٥٠ % من الحالات.	- سقوط الشعر. - فقد الشهية. - التهابات فى الحلق. - شحوب فى اللون. - لا يحدث وفيات.

آثار الوميض

لاحظ العلماء أن وميض القنبلة الذرية أزال طبقة من الخرسانة المسلحة و صبغها بلون أحمر قان. وعلى بعد مائتي متر من مركز الانفجار، وجدت آثار ظلال دائمة مطبوعة، خلفتها الإشعاعات على سقف مبنى غرفة التجارة. ومنها ما يمثل هيكل برج معدني على شكل مستطيل، تماما مثل ما يحدث بواسطة التصوير الفوتوغرافي. وظل آخر مطبوع لعجلة يد محبس على أحد جوانب مستودع للغاز. وكذلك ظل لسلم على حائط يبعد مسافة كيلو مترين عن مركز الانفجار. وقد ظهر كذلك ظل مطبوع كصورة لأحد عمال الطلاء أثناء قيامه بعمله، واختفى الرجل من الوجود وظلت صورته باقية. وصورة أخرى لرجل آخر كان يقود عربة بجواد، ويبدو واضحا أن الرجل كان يحاول جلد الحصان بالسوط الذي يحمله بيده. كما وجدت ظلال كاملة لأفراد كانوا يسرون فوق جسر "يوروبو" وظلت هذه الظلال مطبوعة بصفة ثابتة على دعائم طريق المشاة فوق الجسر. واحتقرت الضحايا وبقيت ظلالها شاهدا على آثار الإشعاع.

لقد كان نقش الزهور الذي يزين الرداء الياباني الشهير "الكيمنو" يبدو مطبوعا على أجساد النساء، مما يدل على مدى كثافة الموجات الإشعاعية لحظة وميض القنبلة.

التأثير الحراري الذري على النباتات

تسببت الحرارة الشديدة المفاجئة والناجمة من الانفجار الذري في سرعة إنضاج ونمو الخضراوات في حديقة مبنى البعثة الدينية التبشيرية. ومنها القرع والبطاطس التي تم نضجها قبل مياعدها وتضخمت فجأة.

المرض الحديث

من الجدير بالذكر أن تاريخاً جديداً في علم الطب، بدأ منذ اللحظة التي سطع فيها وميض القنبلة الذرية فوق سماء هيروشيما. وتسببت القنابل الذرية في قتل ٩٥٪ من السكان الذين كانوا في حدود كيلومتر من مركز الانفجار. وتحقق الأطباء أن الوفاة كانت نتيجة لامتنصاص كمية كبيرة من الإشعاع، كانت كافية لقتلهم. وقد تدفق الأطباء من الصليب الأحمر الدولي، ومن قوات الحلفاء الذين وصلوا بعد استسلام اليابان. ووجدوا أن البلازما والبنسلين لهما تأثير فعال جداً في اضطرابات الدورة الدموية. إن سجل التاريخ الحديث لأمراض الإشعاع حافل بآلاف الحالات الغريبة التي حيرت العلماء والأطباء، ولا تزال قيد أبحاث واسعة حتى يومنا هذا. وهذا ما أكدته تقارير لجنة حصر الدمار والأضرار والدراسات العامة لمدينتي هيروشيما و نجازاكي. وتعتبر من أهم البحوث التي دونت عن طب الإشعاع والمواد المشعة حتى الآن.

العلماء اليابانيون و البحوث الذرية

كان العلماء في اليابان على قدر كبير من المعلومات حول الانشطار الذري. وكان أحدهم يمتلك جهازاً لقياس الإشعاع.

أدرك هؤلاء العلماء أن المدينة دمرت بفعل الطاقة التي انبعثت عندما انشطرت أنوية ذرات اليورانيوم إلى شطرين. ولما كانت ألمانيا النازية حليفهم في ذلك الوقت، فقد حصلوا على قدر كبير من المعلومات حول صناعة القنابل الذرية. ولذا فقد قامت قيادة الجنرال "آرثر" بمتابعة كل ما ينشر عن الأبحاث الذرية في الدوريات العلمية اليابانية بصفة منتظمة، وسرعان ما أصبحت ثمار الأبحاث الأمريكية في هذا المجال، في متناول

رجال العلم والصناعة والأطباء والعسكريين اليابانيين قبل علم الجمهور الأمريكي بوقت كبير.

وقد قامت السلطات المحتلة بإجراءات أمن مشددة لمنع نشر أى معلومات عن الانشطار النووى مما سبب الضيق الشديد للعلماء اليابانيين. وفى أوائل سبتمبر تم الكشف عن شدة الإشعاع فى مدينة هيروشيما. وبعدها قرر العلماء أنه بإمكان المواطنين دخول البلدة المنكوبة دون التعرض للخطر.

إعادة تعمير هيروشيما

بدأت حكومة الاحتلال بعد ذلك فى إقامة مشروعات إعادة بناء المدينة المنكوبة وتنظيفها من مخلفات الدمار. حيث تم وضع النفايات فى أكوام أمام مقر المجلس البلدى الذى أنشئ خصيصا لأغراض التعمير. وتم إعادة أسلاك البرق والكهرباء. وبدأت عمليات بناء مجتمعات سكنية جديدة وإنشاء مرافق عامة.

إن المدينة الجديدة التى تحولت فى ثوان معدودات إلى كومة من الأنقاض والخرائب، قد استعادت نشاطها من جديد. وتم عقد مؤتمر برئاسة شاب عسكري متحمس من قوات الحلفاء هو الملازم "جون مونتهجرى". وهو من بين الكتاب المعروفين الذين دونوا أحداث الحرب العالمية الثانية فى مذكراتهم وتم نشرها فى الصحف.

بدأ الخبراء يخططون شكل المدينة حتى ألبسوها ثوبا جديداً أنيقاً. وقد تركوا هناك حطام مبنى ليظل تذكارا وشاهدا على هذه المأساة، ومازال قائما حتى يومنا هذا. ويطلق عليه معهد الصداقة الدولية. وبعد ذلك قام خبراء الإحصاء بجمع الأرقام عن الآثار التى خلفتها القنبلة من تدمير وقتلى وجرحى.

استطلاع الرأى العام فى اليابان

إعتقد بعض المواطنين فى اليابان أن القنبلة الجديدة ما هى إلا نوع من الغازات السامة. وقد نشر هذا النبأ بعض الصحفيين. إلا أن رجل الشارع اليابانى لم يفهم أكثر من كونها قنبلة ذرية.

وقد استطلع أحد مراسلى الصحف رأى إحدى السيدات عن معلوماتها عن هذا الموضوع. فأجابت بأن حجم القنبلة الذرية فى حجم علبة الكبريت، وأن الحرارة المنبعثة منها تعادل ستة آلاف مرة كمية الحرارة المنبعثة من الشمس. وهى تنفجر فى الهواء، وأنه عندما تتحد قطعتان من اليورانيوم يحدث انفجار. ثم يضيف المواطنون التعبير اليابانى الدارج "سيكاكا جاناى"، ومعناها أننا لا نستطيع أن نفعل شيئاً بعد فوات الأوان.

والجدول الآتى يبين مدى الدمار الذى لحق بالمدينة المنكوبة ونسبة الوفيات.

المسافة من مركز الانفجار (كم)	نسبة الوفيات الإجمالية	نسبة الوفيات يوم ١٩٤٥/٨/١٦	النسبة المئوية للمباني التي دمرت
٠,٥ كيلومترا	% ٩٨,٤	% ٩٠,٤	% ١٠٠
٠,٥ إلى ١ كم	% ٩٥	% ٥٩,٤	% ١٠٠
١ إلى ١,٥ كم	% ٤٥,٥	% ١٩,٦	% ٩٩,٩
١,٢ إلى ٢ كم	% ٢٢,٦	% ١١,١	% ٩٩,٢
٢ إلى ٣ كم	% ١٠	—	% ٨٦,٧
٤ كيلومترا	—	—	% ٧٤
٥ كيلومترا	—	—	% ٦٠
أكثر من ٥ كم	—	—	% ١٧,٦

وقد تسببت موجة الضغط في تحطيم وهدم ما مجموعه ٦٢٨٠ مبنى ،
منها ٣٧٥٠ هدمت تماما وأصبحت حطاما.
والتهمت السنة اللهب ٥٦١١١ منزلا منها ٢٢٠٩ منزلا احترقت بالكامل.

بعد ذلك أتضح وجود آثار مباشرة هي الحريق والموت والدمار في
مناطق التفجيرات. وأخرى بطيئة في المناطق البعيدة عن التفجير وآثارها لا
تزال تسرى حتى الآن. فقد ظهرت أجيال من المشوهين تماما، ومازال
الكثير يعانون من آثار الإشعاع وبترا الأطراف ومرض السرطان وأعراض
أخرى لم يهتد إلى كونها علم الطب حتى يومنا هذا .

وقبيل الذكرى السنوية الأولى للقصف الذرى لمدينة هيروشيما، كتب
أحد رجال الدين اليابانى رسالة موجهة إلى المجتمع الأمريكى وإلى العالم
بأسره جاء فيها "... لقد أتت النيران على أسرتى ومنزلى وأصبت بجراح
غائرة، وكنت أشق طريقى بصعوبة بالغة عبر أجساد الضحايا لكى أعطى كلا
منهم شربة ماء، وقد زاغت أبصارهم وتدفقت الدماء غزيرة من أجسادهم.
منهم من يموت فى صمت، ومنهم من يئن من شدة الألم، ومنهم ما زال
طريح الفراش لداء لا يرجى منه برء. فماذا أفاد المجتمع الأمريكى من
جراء هذه الجرائم البشعة؟. وقد اجتاحت بعد ذلك موجة كراهية تجاه
أمريكا. وفى هذا يقول "البرت أينشتين"، أنه ما ندم فى حياته على شىء
قط سوى الخطاب الذى سلمه إلى الرئيس الأمريكى روزفلت ، بل انه ظل
يعبر عن حزنه الدائم وأسفه على المآسى التى لحقت باليابان حتى آخر أيام
حياته.

أما إنريكو فيرمى فقد دافع عن نفسه بقوله "... لولا الحرب ومساندة
الجيش وتمويله، لتأخر التوصل إلى الطاقة الذرية لسنوات طويلة ". وتشاء
الأقدار أن يتجرع فيرمى من نفس الكأس الذى شرب منه ضحايا شعب
اليابان. فقد توفى بمرض السرطان الناجم عن تعرضه للإشعاع.

وفى اليابان انفراد الأمريكيون بالسلطة منذ تسليمها، وهم الذين صاغوا معاهدة الصلح معها سنة ١٩٥٢ بما يتفق ومصالحهم الخاصة. وقد عمل الأمريكيون خلال هذه السنوات السبع على اقتلاع التقاليد الوطنية المتعصبة والتي دامت منذ آلاف السنين. كديانة "الشنطو" التي تحض على عبادة الإمبراطور. وتم كذلك إدخال الأساليب الديمقراطية فى نظام الحكم. وفى عام ١٩٤٦ أنفرد الأمريكيون بمحاكمة المسؤولين اليابانيين عن الحرب. وقد أعفى الإمبراطور من المحاكمة حتى لا يثير ذلك ضغائن الشعب. وفى عام ١٩٥٦ تم عقد الصلح بين اليابان وروسيا بعد أن تغيرت سياستها الخارجية المتصلبة.

وتنص معاهدة الصلح على تنازل اليابان عن جميع ممتلكاتها التي حصلت عليها منذ نهاية القرن التاسع عشر مقابل جلاء الحلفاء عن أراضيها. ومن الملاحظ أن الولايات المتحدة وقعت اتفاقية للدفاع المشترك مع اليابان فى نفس الوقت الذى عقدت فيه معاهدة الصلح. وبدأت البعثات التعليمية تتدفق من اليابان إلى الولايات المتحدة فى شتى ميادين العلم. وكان أبناء أسرة الإمبراطور وولى العهد من بين الذين استقوا العلم فى أمريكا.

ومن المعروف أنه منذ عام ١٩٨٢ صارت اليابان تنفق ما يزيد على ١٪ من عائد الإنتاج القومى لدعم القوات المسلحة. بل أكثر من ذلك حدث ما أدهش العالم أجمع عندما وقعت اليابان البيان المشترك والخاص بمفاوضات القوة النووية متوسطة المدى فى قمة "وليام جورج".

ولقد استهل هذا البيان المشترك بالفقرة التالية "... إن واجبنا الأول هو حماية الحرية والعدالة التي ترتكز عليها ديموقراطياتنا. ولهذا الغرض سوف نحتفظ بقوات عسكرية كافية لتأكيد السلام وردع أى هجوم ومجابهة التهديدات".

ولقد توفي الإمبراطور "هيروهييتو" في السابع من يناير عام ١٩٨٧ وتولى ابنه "إكيهييتو" العرش خلفا له. وبذلك دخلت اليابان عهدا جديدا. ولأول مرة يتولى عرش اليابان منذ تاريخها الطويل (٦٦٠ ق.م) إمبراطور لا تنسب إليه صفة الألوهية طبقا لمذهب "الشنتو"، الذي ينص على أن الإمبراطور هو المفوض بالحق الإلهي أو ظل الإله على الأرض. وهو نفس المذهب الذي كانت بعض فراعنة مصر تعتنقه منذ آلاف السنين.

الفصل السابع

تكنولوجيا تفجير القنبلة الذرية

ما زال مفاعل فيرمي هو التصميم الأساسي للمفاعلات النووية التي تتركب أساساً من الوقود و المهدىء وسيقان التحكم و دورة التبريد. والفرق بين القنبلة الذرية والمفاعل الذري هو التحكم في التفاعل المتسلسل لاستئناس الطاقة الناتجة. ففي المفاعل تستخدم مواد مهدئة مثل الجرافيت والماء الثقيل. ويتم التحكم في النيوترونات الثانوية باستخدام مواد لها قدرة على امتصاص النيوترونات الزائدة، مثل الكاديوم و البورون. بالإضافة إلى التحكم في درجة الحرارة الناتجة عن التفاعل باستخدام الماء أو غاز ثاني أكسيد الكربون تحت ضغط عال. وتعتمد فكرة القنبلة الذرية على انشطار نوى اليورانيوم - 235 أو البلوتونيوم - 239. ولا يوجد البلوتونيوم في الطبيعة ولكنه عنصر من صنع الإنسان. فإذا أخذت بضعة أرطال من أحد هذين العنصرين ثم تعرضت فجأة لضغط كبير في فترة وجيزة (تبلغ جزء من مليون من الثانية الواحدة) فإنها تنكمش إلى حجم أصغر ويحدث انشطار النوى بطريقة تلقائية، وتُقذف بالنيوترونات لتبدأ التفاعل المتسلسل حيث تنطلق كمية من الطاقة، تكافئ ما ينتج من انفجار عشرين ألف طن من مادة ثلاثي نيتروبولوين (T.N.T)، وهي مادة شديدة الانفجار. ويجدر القول أن التفاعل المتسلسل لا يمكن أبداً أن يحدث تلقائياً في كتلة من اليورانيوم الطبيعي. ولكي يكون الانفجار الذري ناجحاً، يجب أن يستفاد من جميع النيوترونات المنطلقة في شطر نوى اليورانيوم أو البلوتونيوم. ويستدعى ذلك وجود كتلة معينة من العنصر المشع تعرف بالكتلة الحرجة، وتشغل حجماً معيناً يعرف بالحجم الحرج. بحيث يسمح باقتناص كل النيوترونات وعدم ضياع أى منها. وعند الوصول إلى الحجم الحرج يحدث الانفجار. هذا الحجم الحرج هو الحجم الذي لا يمكن أن توجد قطعة من اليورانيوم أكبر منه بينما الأحجام الأقل يمكن تداولها بسهولة. ولذا فقد توصل العلماء إلى أن تفجير القنبلة معناه إيجاد قطعتين من اليورانيوم يكون مجموع حجمهما يزيد على الحجم الحرج. وحجم كل منهما أقل من الحجم الحرج. ولاشك أن التفاعل يبدأ بمجرد إقتراب

إحدى القطبتين من الأخرى. ولذا يلزم العمل على تقريبهما بعضها من بعض بسرعة فائقة حتى يكون التفاعل أسرع، كأن تطلق إحدى القطعتين على الأخرى. ويمكن الإقلال من الحجم الحرج إذا أحيطت بمادة عاكسة للنيوترونات. وللعاكس فائدة أخرى وهى الاحتفاظ بالمادة لمدة أطول مما يساعد على زيادة التفاعل وقوة الانفجار. وعند حدوث الانفجار فإن الطاقة الناتجة تكفى لتحويل المواد المستخدمة الى غاز تحت ضغط هائل ودرجة حرارة تصل الى عشرة ملايين درجة مطلقاً. وعندما يتحرر الغاز من هذا الضغط تنطلق موجة لافحة تحمل معها خطراً مميتاً على هيئة إشعاعات قوية مختلفة الأنواع .

العصر الذرى و الحرب الباردة

بعد استسلام اليابان عام ١٩٤٥، إكفهر ميدان القتال وعاوده الصمت من جديد. إلا أن الأبحاث الذرية ظلت تسير على قدم وساق، وتحوطها السرية التامة لسنوات طويلة. واجتازت العالم فترة زمنية أطلق عليها "الحرب الباردة". وظهرت كتلتان إحداهما من الدول الغربية الديمقراطية، والأخرى من الدول الشرقية الشيوعية. وشعر كل منهما بضرورة الإستعداد لمواجهة الاعتداءات. وأخذت الأمم تتنافس فى صناعة الأسلحة الذرية والاستزادة منها سرا. ومرت سنوات ثم جاء أغسطس عام ١٩٤٩ وهو شهر حاسم فى تاريخ العصر الذرى. ففي هذا الشهر فجر الاتحاد السوفيتى قنبلته الذرية الأولى. لقد أنهى ذلك التاريخ احتكار الولايات المتحدة الأمريكية للسلاح الذرى. وأعقبت روسيا فى إنتاج السلاح الذرى بريطانيا عام ١٩٥٢ ثم فرنسا عام ١٩٦٠ ثم الصين عام ١٩٦٥. ثم إسرائيل عام ١٩٧٠ ثم الهند عام ١٩٧٤. وكل خمس سنوات تحوز دولة واحدة أسلحة نووية بدءاً من جنوب أفريقيا والباكستان، وأوكرانيا والعراق وكوريا الشمالية. وقبل انتهاء حكم الرئيس ترومان، إتخذ الرئيس الأمريكى قراراً خطيراً هو البدء فوراً

فى صناعة القنبلة الهيدروجينية. وكان هذا القرار صدى لتفجير روسيا لقنبلتها الذرية.

ويعادل انفجار القنابل الهيدروجينية، ستين مليون طن من مادة (T.N.T).

وهكذا بدأ الصراع الحقيقى بين القوتين العظميين بعد أن انتهى احتكار السلاح النووى من قبل الولايات المتحدة.

ومرت الأعوام وجاء الرئيس أيزنهاور خلفا للرئيس ترومان.

ويجدر القول أن الإنفاق على صناعة وتطوير واستحداث السلاح النووى منذ عام ١٩٤٥ حتى الآن، تجاوز خمسة تريليون دولار. ولمعرفة مدى ضخامة هذا الرقم، لنا أن نتصور هذه الدولارات وهى مرصوفة بالدولار صفا واحدا فوق سطح الأرض، فقد تستطيل حتى تصل إلى سطح القمر.

وفى عام ١٩٩٩ صرح الرئيس الاميركى بأن السلاح النووى أكبر خطيئة ارتكبت فى حق البشرية فى القرن العشرين.

الفصل الثامن

الذرة فى خدمة السلام

فى ديسمبر عام ١٩٥٣ تقدم الرئيس الأمريكى أيزنهاور باقتراح جرى للعرض على الجمعية العامة لمنظمة الأمم المتحدة، ينصب على أن كل دولة لديها مشروعات ذرية تتعهد بأن توزع شطرا مما لديها من هذه المواد القابلة للانشطار على البلاد الأخرى لاستغلالها فى الأغراض السلمية، فى الطب والزراعة والصناعة وفى توليد الكهرباء فى البلاد التى تفتقد الى مصادر توليدها. وقدم الرئيس أيزنهاور اقتراحه فى خطاب تاريخى اختتمه بقوله "... إن الولايات المتحدة الأمريكية لتقطع العهد على نفسها أمام العالم أجمع بتصميمها على أن تسلك الطرق التى لاتصبح فيها قدرة الإنسان الخلاقة والممتازة موردا من موارد تدميره وهلاكه، بل لتكون وقفا على إسعاد حياته".

وقد أطلق على اقتراحه هذا اسم "مشروع الذرة فى خدمة السلام". كما تأخر منح الدكتور "لويس الفاريز" جائزة نوبل الى عام ١٩٦٨ لمساهمته فى صناعة القنبلة الذرية.

إن جمهرة الشعوب لم تسمع عن الطاقة الذرية إلا بعد إلقاء قنبلة هيروشيما. وكان الاعتقاد الراسخ فى الأذهان فى ذلك الوقت، أن هذه الطاقة لم تخلق إلا للدمار والخراب. ولم يدر بخلدهم أن هذه الطاقة يمكن أن تتحول الى تطبيقات نافعة تشمل توليد الكهرباء لأغراض الإضاءة وإدارة الآلات فى المصانع والسفن وانطلاق سفن الفضاء.

وبناء على اقتراح إيزنهاور، دعت منظمة الأمم المتحدة إلى عقد المؤتمر الدولى الأول للأغراض السلمية للطاقة الذرية، فى جنيف بسويسرا فى صيف عام ١٩٥٥. حضره ألف وأربعمائة مشترك من العلماء والسياسيين يمثلون ثلاثا وسبعين دولة من دول الكتلتين الشرقية والغربية. ولأول مرة يلتقى علماء الشرق وعلماء الغرب على الخير. ومنهم "شتراوسمان"

و"أتوهان" و"فيرمي" النجم اللامع فى قصة الطاقة الذرية والعصر الذرى، ومخترع أول مفاعل ذرى والذى يطلق اسمه عليه.

و"نيلز بوهر" الذى كان لا يزال أعظم علماء الذرة الأحياء شأنًا. ولأول مرة خلال سنوات عديدة ترفع الكتلة الشرقية ستارها الحديدى وتسمح لكثرة من علمائها أن يحضروا المؤتمر كأعضاء فيه. ولقد برهنت أحاديث الأعضاء جميعا على رغبتهم الصادقة فى إخضاع الطاقة الذرية لخير البشرية ورفاهيتها.

كان لمشروع الذرة فى خدمة السلام نتائج هامة، وفاق نجاحه كل التوقعات. وقد سارعت الولايات المتحدة فى تنفيذ برنامجها الخاص بشحن بعض المواد الانشطارية لاستعمالها فى البحوث الذرية فى الدول التى لم تكن تنتجها. وزودتهم بالمعلومات اللازمة والمساعدات الفنية وفتحت الجامعات الأمريكية أبوابها لكثرة من العلماء والمهندسين الراغبين فى دراسة العلوم الذرية ليقوموا بدورهم بتدريسها لغيرهم من العلماء والطلاب فى دولهم عقب عودتهم.

كذلك قرب مؤتمر جنيف بين وجهات النظر. وكشفت الدول المعنية بأمر الذرة الستار عن كثرة من المعلومات التى كانت محجوبة فى طى الكتمان حتى ذلك الوقت. وحتى البلاد المتخلفة عرفت الكثير مما يمكن أن تعمله الذرة وكيف يمكن استغلال الذرات لخيرها وإسعادها.

ومن بين الطرائف التى حدثت عقب إعلان توصيات المؤتمر. أن امرأة تقيم فى جنيف قرأت فى الصحف أن الطاقة الذرية التى يجود بها اليورانيوم يمكن الاستفادة منها فى تدفئة المنازل. كما قرأت أيضا أن الولايات المتحدة الأمريكية حددت سعر اليورانيوم بأربعين دولار للكيلو. وبعملية حسابية بسيطة أدركت هذه السيدة أن اليورانيوم وقود رخيص

الثمن. واتجهت من فورها الى مكتب استعلامات مؤتمر الذرة المنعقد فى جنيف لتسأل من أين يمكنها شراء اليورانيوم. وعبثا حاول العاملون بالمكتب توضيح عدم إمكانية حرق اليورانيوم فى فرن المنزل كما يحرق الفحم للتدفئة، بل يلزم الأمر إعداد مفاعل باهظ التكاليف تقوم به الدولة وليس الأفراد. إلا أن السيدة أصرت على رغبتها فى اقتناء المفاعل الذرى نظرا للمبالغ الباهظة التى تكبدتها فى دفع فواتير الكهرباء. وهى لا تعلم أن تكاليف بناء المفاعل الذرى تصل الى عشرة ملايين من الدولارات! وانفجر العاملون بمكتب الاستعلامات فى الضحك وتندر الناس بهذه الواقعة.

ولقد تقدمت البحوث الذرية بعد ذلك تقدما مذهلا. وأزاح السوفيت النقاب عن مقتنياتهم من قاذفات القنابل عابرة القارات.

وفى جنيف كشفت الولايات المتحدة وبريطانيا والهند عن مؤسسات للطاقة الذرية تبحث عن طرق لإجراء هذه التفاعلات وفق منهج مرسوم للاستخدامات السلمية.

من القنبلة الذرية الى الصاروخ

فى أكتوبر عام ١٩٥٢ تحول اهتمام السوفيت من قاذفات القنابل الى الصواريخ ثم الى إطلاق أول مركبة فضائية من صنع الإنسان. لقد أثبت الروس بهذا العمل الرائد الخلاق قدراتهم العلمية الباهرة و تفوقهم التكنولوجى الرائع، وكان أن تصرفت الولايات المتحدة الأمريكية إزاء التفوق الروسى تصرفا حضاريا عقلانيا. واتخذ الكونجرس الأمريكى قرارا بزيادة ميزانية التعليم والبحث العلمى فى العلوم والرياضيات والهندسة زيادة هائلة. كما التزمت أمريكا بتعهداتها فى الخطاب التاريخى الذى ألقاه أيزنهاور أمام العالم أجمع. وفى عام ١٩٥٨ وفى جنيف أيضا تم عقد مؤتمرا آخر لدراسة استخدام الذرة فى أغراض السلم. وذهب علماء أمريكا وروسيا لحضور اجتماعات دولية بها. كما زار علماء روسيا الولايات المتحدة. وبدأ

العالم يتبين أثر هذه الروح الجديدة التي انبثقت من تزاور العلماء. كما بدأ البشر يحنون أولى ثمار الخدمات والصناعات و التطور التكنولوجى الهائل فى العصر الذرى.

البحث عن اليورانيوم

قبل بداية الحرب العالمية الثانية، كانت الخامات المخترنة من اليورانيوم ضئيلة للغاية. وكانت الولايات المتحدة تعتمد على مصادر الإمدادات الخارجية خاصة من المناجم الموجودة فى أعماق الكونغو البلجيكية. وكان الخام ينقل عبر ١٢٠٠ ميل من الأخاديد الصخرية والأدغال ثم يشحن برا الى الولايات المتحدة.

ولكن هذه الإمدادات عجزت عن الوفاء بحاجة التصنيع الذى بدأ ثورة علمية منذ النصف الثانى من القرن العشرين. ولذا فقد قدمت لجنة الطاقة الذرية مكافآت سخية لمن يقوم باستكشاف وتسليم إمدادات جديدة. لقد ألهمت أحلام الثراء عزيمة المستكشفين، وأصبح اليورانيوم كلمة جديدة ومألوفة لدى العامة. وسرعان ما أحتشد جيش غير منظم من المستكشفين الهواة والمحترفين فى الصحارى والجبال، طمعا فى الغنى المفاجئ وقهر الفقر. وكان منهم الجيولوجيون المتمرسون ورجال الأعمال والعمال والمزارعون والمدرسون والطلبة والجنود الحاصلون على إجازات. بل كان هناك أسر بأكملها تلهث وراء هذا الخام السحري سيرا على الأقدام عبر صحارى صخرية مقفرة، أو أخاديد جبلية نائية. ومنهم من استخدم الدواب ومنهم من استقل سيارات النقل أو سيارات الجيب. ومنهم من تسلق المنحدرات الحادة وسفوح الحجر الرملى حتى أدمى قدميه. ولقد حدد عدد كبير من هؤلاء المغامرين عدة مواقع رواسب هامة للخام بعد أن قادهم اليها النشاط الإشعاعى لليورانيوم مستنيرين بعدادات جايجر. وأخيرا

باعوا حصصهم الى شركات التعدين القائمة. وقد حققت فئة قليلة جدا من هؤلاء المستكشفين ثروة طائلة بعد أن تنازلت عن حقوقها مقابل ملايين الدولارات. وقد تركزت معظم هذه البحوث الضخمة فى هضبة كلورادو.

إنتاج الطاقة الذرية لتوليد الكهرباء

بخلول شهر يونيه عام ١٩٥٤، بدأ تشغيل أول محطة قوى ذرية فى العالم لتوليد الكهرباء بدون توقف، وإرسالها فى شبكة الأسلاك. تم ذلك الحدث العالمى فى الاتحاد السوفيتى. وفى العام التالى تم عرض نماذج وأفلام سينمائية ملونة لهذه المحطة على أعضاء أول مؤتمر عقد للإفادة من الطاقة الذرية فى أيام السلم. وقد احتوى المفاعل الروسى على ١٢٨ عنصرا للوقود. ومعنى ذلك أن كثرة من ذرات اليورانيوم قد انشطرت. وأن كثرة من المواد الانشطارية قد تكونت وامتصت هذه المواد عددا كبيرا من النيوترونات. وقد عرض الفيلم كيف تصل هذه الكهرباء الى المستهلكين وكيفية الاستفادة منها. وكانت من ضمن المشاهد مزرعة روسية تحلب أبقارها بواسطة آلات تستمد الكهرباء مما يتولد فى المحطة الذرية.

أما ثانى محطات القوى الذرية لتوليد الكهرباء التى تم تشغيلها، فقد أقيمت فى "كالدريهول" بإنجلترا. وافتتحها رسميا الملكة اليزابيث الثانية فى أكتوبر عام ١٩٥٦ بأن جذبت مفتاحا فانسابت الكهرباء من محطة "كالدريهول" فى شبكة أسلاك التوصيل.

وتحتوى محطة الكهرباء الذرية على مفاعل ذرى يقوم مقام الغلاية. ذلك لأنه عندما يحدث تفاعل متسلسل فى المفاعل وتحرر طاقة ذرية، فانه يسخن الى درجة حرارة عالية. والحرارة المتولدة فيه تستطيع تحويل الماء الى بخار يدير التربين كما فى محطة الكهرباء العادية.

ويقوم التربين بدوره بإدارة المولد الذى نحصل منه على الكهرباء المتولدة فيه. ومن ثم يمكن اعتبار المفاعل كغلاية تسخن بحرق اليورانيوم أو أى مواد انشطارية أخرى. ولهذا السبب تسمى المواد الانشطارية الآن بالوقود النووى.

ومحطات الكهرباء التى تنشأ حالياً طبقاً لأحدث النظم، تحاط من جميع نواحيها بقباب مكورة مصنوعة من الصلب. ولقد انتشرت هذه القباب المعدنية فى أنحاء العالم واعتبرت رمزا للعصر الذرى الذى نعيشه الآن. كما كانت المداخل العالية للمصانع فى الماضى تعتبر رمزا للتقدم الصناعى.

الوكالة الدولية للطاقة الذرية

فى ٢٩ يوليو عام ١٩٥٧ تم إنشاء الوكالة الدولية للطاقة الذرية ومقرها فيينا بالنمسا. وهى إحدى المنظمات الدولية التابعة للأمم المتحدة التى تعنى بالاستخدامات السلمية لهذه الطاقة فى شتى المجالات العلمية. وتمثل بداية الطريق نحو تحقيق أهداف الذرة فى خدمة السلام على المستوى الدولى . وتشمل عضويتها الآن ١١٦ دولة. وآخر دولة انضمت الى عضويتها زيمبابوى عام ١٩٨٦.

ينعقد المؤتمر العام للوكالة مرة واحدة كل عام لمناقشة سياسات الوكالة وبرامجها وإنجازاتها وميزانياتها التى تدفعها هذه الدول والتى تتجاوز مائة مليون دولار فى السنه، بالإضافة إلى التبرعات التى تدفعها الدول الغنية على شكل معونات عينيه أو برامج تدريبية أو غيرها.

الفصل التاسع

المفاعل النووي

يطلق اسم المفاعل النووى على الفرن الذرى، وهو يتكون من أجزاء رئيسية هى الوقود والمهدئ وقضبان التحكم والمبرد. ويستخدم وقود اليورانيوم الطبيعى لشطر يورانيوم - ٢٣٥ بواسطة النيوترونات المنطلقة. وعندما تصطدم مع نوى قضبان التحكم فيها وتمتصها، تتوقف إنشطارات نوى اليورانيوم الطبيعى. أما النيوترونات التى تنجو من هذا الامتصاص فهى التى تشطر نوى اليورانيوم ٢٣٥. ثم تعاد دورة الانشطارات النووى المتسلسل مرة أخرى، وهكذا مرة ثالثة ورابعة الى أن يتوقف المفاعل عن العمل.

وأبسط مفاعل نووى هو المعروف باسم "حمام السباحة". وهو يحتوى على صهرىج ضخى من الماء يعادل فى ضخامته حمام سباحة متوسط الحجم، تغمر فيه قضبان من مواد الوقود. ويلعب الماء دور المعدل أو المهدئ فيبطئ حركة النيوترونات الى السرعة المناسبة للانقسام. كما أن له فائدة أخرى كدرع يمنع تسرب الإشعاع الخطير المنبعث من الانقسام. وتمتد الى داخل المياه قضبان الكادميوم أو البورون للسيطرة على النيوترونات، فهى تتحكم فى امتصاصها للدرجة المطلوبة، أو الى الدرجة التى يتوقف عندها التفاعل. وعند البدء فى إعادة التفاعل تجذب قضبان التحكم الى المستوى المطلوب لإجراء تلك العملية.

ويعتبر المفاعل الذرى مصدراً عجيباً من مصادر الطاقة حيث ينتج طاقة هائلة من كمية ضئيلة من الوقود. فالرطل الواحد من يورانيوم ٢٣٥ ينتج لنا طاقة تعادل طاقة ثلاث ملايين رطل من الفحم. كما أن الرماد المتخلف ذو فوائد جمة فى الصناعة. والمفاعل الذرى ليس سوى فرن يولد طاقة حيث ينتج ما مقداره ٩٠٪ منها على شكل حرارة. ويقوم المفاعل بنفس الوظائف التى تؤديها الآلات البخارية فى إنتاج القوى.

والقوى الذرية تعنى الكهرباء. ولو أن الفرن الذرى لا يزيد عن كونه
فرنًا. فهو لا يولد الكهرباء مباشرة ولكنه يعطى حرارة تولد بخارا لتسيير
مولدات التوربينات بالطريقة التقليدية.

وهناك أنواع أخرى عديدة من الأفران الذرية أكثرها أمنا هو المفاعل
المائى المضغوط (PWR). وهو يستعمل فى المحطات الضخمة المولدة فى
"نيويورك" و"بتسبرج".

العثور على حجر الفلاسفة

أصبح الآن المفاعل الذرى بمثابة العامل السحرى أو حجر الفلاسفة
الذى يقوم بتحويل العناصر والذى طالما تطلع إليه القدماء زمنا طويلا،
ولكنهم لم يعثروا عليه. فهو يقوم بتحويل العناصر العادية الى نظائر مشعة
صناعية، تستعمل فى شتى ميادين الحياة. والمفاعل الذرى يولد الجسيمات
الذرية و الأشعة بكميات ضخمة، وهى تستعمل مباشرة فى الطب والصناعة
والزراعة والبحوث العلمية.

وتقام الآن مفاعلات نووية متنوعة بتصميمات مختلفة. وتوجد أيضا
تصميمات أخرى، تعد بالمشات ومطروحة للتنفيذ، لاستخدامها فى البحوث
العلمية وتوليد الطاقة الكهربائية وإنتاج المواد المنشطرة وتسيير وسائل
النقل.

المفاعلات النووية تجتاح دول العالم

مع بداية عام ١٩٩٥، بلغ عدد المفاعلات النووية ٤٣٧ مفاعلا لإنتاج
الطاقة الكهربائية، هذا بالإضافة الى ٩٦ مفاعلا آخر تحت الإنشاء يبلغ إجمالى

قدرتها الكهربائية حوالي ٨٠ ألف ميجاوات، وهي منتشرة في ٣٢ دولة من دول العالم.

وجدير بالذكر أن بعض الدول تعتمد اعتمادا كبيرا على الطاقة النووية في توليد الكهرباء، وأن بعض الدول تصل مساهمة الطاقة النووية بها الى أكثر من ٧٠٪. ويتزايد باستمرار اعتماد العالم على الطاقة النووية في إنتاج الكهرباء. ففي عام ١٩٨٦، بدأت اليابان في إنشاء مفاعل نووي جديد، وفي عام ١٩٨٧ تم إنشاء تسعة مفاعلات نووية جديدة بدول بلغاريا والصين والهند واليابان، وفي عام ١٩٨٨ تم إنشاء ستة مفاعلات نووية جديدة في الصين وفرنسا واليابان والمملكة المتحدة والاتحاد السوفيتي (سابقا). أما عام ١٩٨٩ فقد شهد وحده بدء إنشاء ١٣ وحدة نووية جديدة لإنتاج الكهرباء موزعة على عشر دول مختلفة. وقد انضمت المكسيك أخيرا الى الدول المستخدمة للطاقة النووية في إنتاج الكهرباء. وبالإضافة الى المحطات المركزية الثابتة لتوليد الطاقة الكهربائية، هناك مفاعلات أخرى صممت خصيصا لتسيير وسائل النقل مثل الغواصات والبواخر والصواريخ والطائرات. وهي تتميز بصغر الحجم وخفة الوزن بالمقارنة بالمحطات المركزية الثابتة. ولهذا السبب تزود هذه المنشآت المتنقلة بيورانيوم -٢٣٥ على درجة كبيرة من النقاء.

وتوضح البيانات المرفقة القدرة التي تحتويها مصادر الطاقة المختلفة والدول الحائزة على السلاح النووي والدول المنتجة للطاقة النووية.

القدرة التى تحتويها مصادر الطاقة المختلفة

كمية القدرة التى يحتويها (كيلووات-ساعة)	مصدر الطاقة
٤٠٠,٠٠٠ مليون	طاقة الانشطار النووى فى المتر المكعب لليورانيوم - ٢٣٥
١٠ مليون	طاقة الاندماج النووى فى المتر المكعب لليوتيريوم
١٠ آلاف	طاقة الوقود الحجرى للمتر المكعب من الوقود (بتروىل أو فحم)
واحد	طاقة مساقط المياه بالمتر المكعب من المياه (بمستوى ارتفاع ٣٠ متر)
واحد	طاقة شمسية فى الساعة للمتر المربع
١/٢ نصف	طاقة الرياح فى الساعة للمتر المربع (من رياح سرعتها ٣٦ ميل / ساعة)
٠,٠٠٠٦	طاقة حرارية جوفية (متوسط أرضى) فى الساعة للمتر المربع

الطاقة النووية في دول العالم

الاسم الدولة	مفاعلات شغالة		تحت الإنشاء		النسبة المئوية للكهرباء النووية
	عدد المفاعلات	القدرة الإجمالية (ميغاوات)	عدد المفاعلات	القدرة الإجمالية (ميغاوات)	
الأرجنتين	٢	٩٣٥	١	٦٩٢	١١,٨ %
أرمينيا	١	٣٧٦	—	—	—
بلجيكا	٧	٥٥٢٧	—	—	٥٥,٥ %
البرازيل	١	٦٢٦	١	١٢٤٥	١ %
بلغاريا	٦	٣٥٣٨	—	—	٤٦,٤ %
كندا	٢١	١٤٩٠٧	—	—	١٧,٣ %
الصين	٣	٢١٦٧	—	—	١,٢ %
جمهورية التشيك	٨	٣٢٦٤	٢	١٨٢٤	٢٨,٤ %
فنلندا	٤	٢٣١٠	—	—	٢٩,٩ %
فرنسا	٥٦	٥٨٤٩٣	٤	٥٨١٠	٧٦,١ %
ألمانيا	٢٦	٢٤٤٣٠	—	—	٣٣,١ %
المجر	٤	١٧٢٩	—	—	٦٢,٣ %
الهند	١٠	١٦٩٥	٤	٨٠٨	١,٩ %
إيران	—	—	٢	٢١٤٦	—
اليابان	٥١	٣٩٩١٧	٣	٣٧٥٧	٣٣,٤ %
كازاخستان	١	٧٠	—	—	—

كوريا	١١	٩١٢٠	٥	٣٨٢٠	%٣٦,١
لتوانيا	٢	٢٣٧٠	—	—	%٨٥,٦
المكسيك	٢	١٣٠٨	—	—	%٦
هولندا	٢	٥٠٤	—	—	%٤,٩
باكستان	١	١٢٥	١	٣٠٠	%١,١٠
هنغاريا	٤	١٦٤٥	—	—	%٥١,٤
يوغوسلافيا	١	٦٣٢	—	—	%٥,٣
رومانيا	—	—	٢	١٣٠٠	
روسيا	٤٥	٣٤٦٧٣	٤	٣٣٧٥	%١٢,٢
جنوب أفريقيا	٢	١٨٤٢	—	—	%٦,٥
جمهورية السلوفاك	٤	١٦٣٢	٤	١٥٥٢	%٤٤,١
سلوفينيا	١	٦٣٢	—	—	%٣٩,٥
أسبانيا	٩	٧١٢٤	—	—	%٣٤,١
السويد	١٢	١٠٠٠٢	—	—	%٤٦,٦
سويسرا	٥	٣٠٥٠	—	—	%٣٩,٩
المملكة المتحدة	٣٥	١٢٩٠٨	—	—	%٢٥
أوكرانيا	١٦	١٣٦٢٩	٥	٤٧٥	%٣٧,٨
الولايات المتحدة	١١٢	١٠٠٦٣٠	١	١١٦٥	%٢٢,٥

ويوجد حاليا مفاعلات قدرتها ١٣٥٠ مليون وات

الدول الحائزة على سلاح نووى

السنة	أسم الدولة الحائزة على سلاح نووى
١٩٤٥	الولايات المتحدة الأمريكية
١٩٤٩	الإتحاد السوفيتى
١٩٥٢	المملكة المتحدة
١٩٦٠	فرنسا
١٩٦٥	الصين
١٩٧٠	اسرائيل
١٩٧٤	الهند
١٩٧٩	جنوب أفريقيا
١٩٨٤	باكستان
١٩٨٩	أكرانيا
١٩٩٠	العراق
١٩٩٥	كوريا الشمالية

مصر والطاقة النووية

إذا استعرضنا الدراسات التي تمت في جمهورية مصر العربية، والتي ساهمت فيها مؤسسة الطاقة الذرية ووزارات الكهرباء والبتروول والرى والتخطيط، وعدد كبير من أساتذة الجامعات والعلماء والمتخصصين، أدركنا الحاجة الملحة للطاقة النووية. كما أن الاستهلاك يتضاعف بزيادة السكان. وقد يصل احتياج مصر من الطاقة إلى ما يقرب من مائة مليار كيلووات في عام ٢٠٠٠. ومع الإسراف في استهلاك الطاقة وتناقص المصادر التقليدية التي تساهم في تلوث البيئة، يجعل الاعتماد على الطاقة النووية واللحاق بركب الدول التي سبقتنا إليها أمرا ملحا وحتميا.

وهناك جهود ملموسة تبذل منذ عشرات السنين في هذا المجال. ففي عام ١٩٥٥، صدر القرار الجمهورى رقم ٥٠٩ بتأسيس لجنة الطاقة الذرية. وخصصت لها في ذلك الوقت بعض وحدات بالمركز القومى للبحوث بالدقى.

وبعد عامين فقط وبناء على القرار الجمهورى رقم ٢٨٨ تم تحويلها إلى مؤسسة الطاقة الذرية.

وتشمل أقسام مؤسسة الطاقة الذرية، المفاعلات النووية، والهندسة والأجهزة العلمية. والنظائر المشعة وتطبيقاتها، وأقسام الكيمياء النووية والجيولوجيا والخامات الذرية وأقسام الوقاية والدفاع المدنى. هذا بالإضافة إلى أقسام الرياضه والفيزياء النظرية والطبيعة النووية التجريبية. أما المعامل فقد تم تأسيسها في أنشاص كمرحلة تمهيدية لإعداد الكوادر الفنية والعلمية. ومع زيادة نشاط المؤسسة صدر قرار بتحويلها إلى هيئة الطاقة الذرية. وهى تضم الآن أربعة مراكز بحوث هى مركز البحوث النووية، والمركز القومى لبحوث وتكنولوجيا الإشعاع، والمركز القومى للأمان النووى والرقابة الإشعاعية، ومركز معالجة النفايات المشعة.

وفى عام ١٩٨١ تم التعاقد مع دول فرنسا وكندا وألمانيا وإنجلترا والولايات المتحدة الأمريكية للتعاون فى مجال العلوم والتكنولوجيا النووية، والحصول على اليورانيوم اللازم للبرنامج النووى المصرى. وتم بالفعل طرح المناقصات الدولية لإقامة محطة نووية لتوليد الكهرباء.

وفى أبريل عام ١٩٨٦ حدث الانفجار المروع للمفاعل النووى السوفيتى فى تشيرنوبل، أعقبه ما يعرف بحادثة وحدة الكوبالت - ٦٠ المشع بجامعة القاهرة، خلال الأسبوع الأخير من شهر مايو عام ١٩٨٦. الأمر الذى أدى إلى التفكير فى إلغاء البرنامج النووى المصرى.

ومع بداية عام ١٩٩٨، جاء إفتتاح مفاعل أنشاص التجريبى الثانى بارقة أمل للإستفادة من منجزات العصر وتوليد النظائر لإستخدامها فى الزراعة والصناعة والطب والبحوث العلمية. وتحلية مياه البحر، وإعداد كوادر مؤهلة علميا وعمليا للتوسع فى التكنولوجيات المرتقبة فى القرن القادم.

وتبلغ طاقة المفاعل النووى الجديد ٢٢ ميجا وات ويتم تأسيسه بالتعاون مع الأرجنتين. وقد تبنت وكالة الطاقة الذرية إنشاء نظام المعلومات النووى الدولى (INIS). حيث يتم جمع وتصنيف المعلومات المتعلقة بالطاقة الذرية. ثم تخزين فى الحاسب الآلى على شكل قواعد معلومات يمكن استرجاعها والاستفادة منها. ويوجد حاليا أكثر من سبعين دولة و ١٤ منظمة دولية تشترك فى هذا النظام الذى يستوعب أكثر من ٩٥٪ من جميع المواد المنشورة فى مجال الطاقة الذرية.

وتعد عملية جمع وتبادل المعلومات المتعلقة باستخدام الطاقة الذرية السلمية من أهم الخدمات التى توفرها الوكالة للدول الأعضاء. وهى تملك فى هذا الشأن عددا من مصادر المعلومات، مثل المكتبة والوسائل السمعية والبصرية، ومكتبة الأفلام المصغرة. (MICROFILM).

ولتقريب الهوة بين الدول المتقدمة ودول العالم الثالث فى مجال العلوم والتقنية، تتبنى الوكالة مراكز علمية للعلوم الأساسية التى تخدم التقنيات المتقدمة يدعمها عدد من المنظمات الدولية. ويتم تشغيل هذه المراكز بجهد مشترك بين وكالة الطاقة الذرية ومنظمة يونسكو، لتوفير فرص البحث العلمى لأبناء الدول النامية فى جو علمى متقدم.

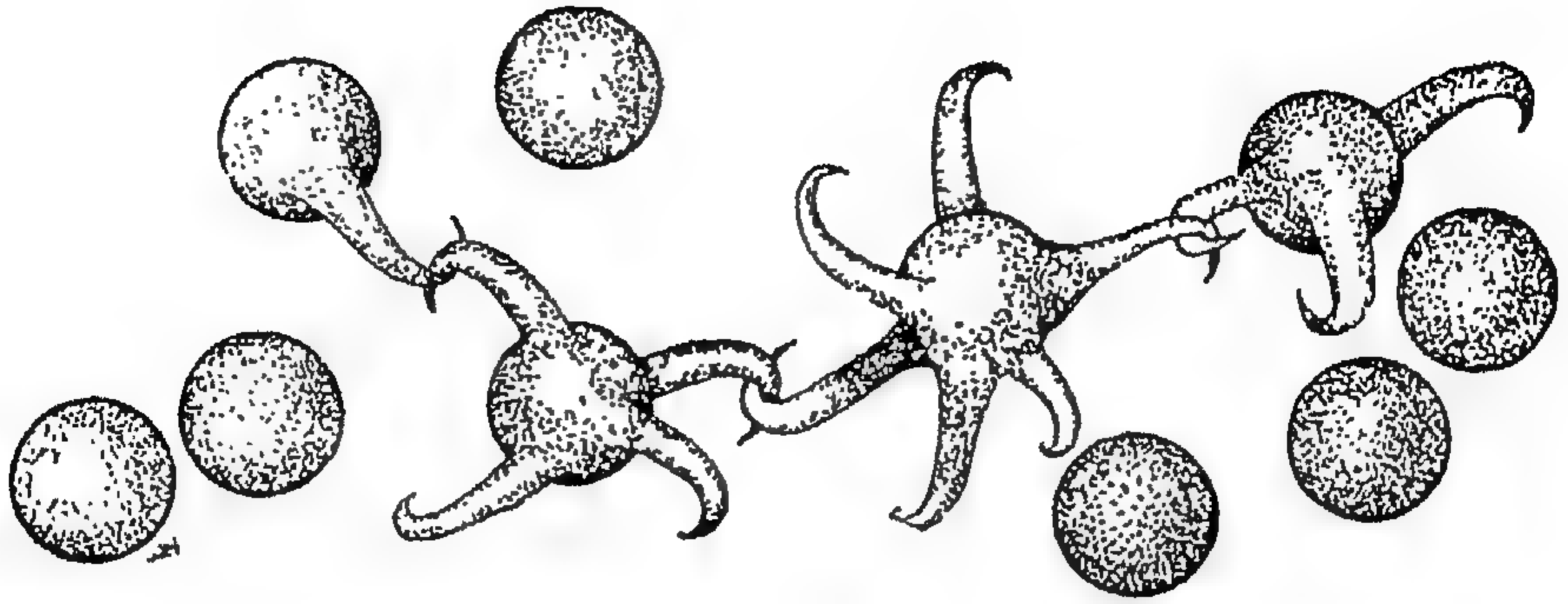
القصة لم تنته بعد

ألا إن القصة قد أوشكت على نهايتها. وإن كان العصر الذرى لم يترقق فى سماه سوى شمس ضحاه. فهلا أجبنا الآن على سؤال طاليس؟ وهل توصل الإنسان فعلاً إلى معرفة لبنات البناء النهائية لهذا الكون؟

بعد تحطيم الذرة، واكتشاف الإلكترون والبروتون والنيوترون، ساد الاعتقاد آنذاك أن الذرة قد كشفت عن وجهها النقاب، وأطلت علينا بوجه سافر وأنه ليس هناك من جديد.

وفى عام ١٩٦٩، أكدت التجارب أن البروتونات والنيوترونات ليست هى لبنات البناء الأولية، بل هى فى الحقيقة تتألف من جسيمات أصغر من ذلك بكثير.

وعندما توغل العلماء فى رحلتهم داخل المادة، اكتشفوا أن الرحلة لا تنتهى. فهناك عالم لا نهائى، يبدو لهم فى الآفاق كظلمات فى بحر لجى يغشاه موج من فوقه موج من فوقه سحاب. يطوى جسيمات غير مستقرة تتكاثر كما تتكاثر الكائنات الدقيقة. وهو أمر هام. وحديث شيق طويل سوف نتناوله بالإفاضة فى كتاب مستقل من مسلسل "دنيا العلم".



الذرة كما تصورها القدماء



جون دالتون



رؤوفورد



هنری یکريل



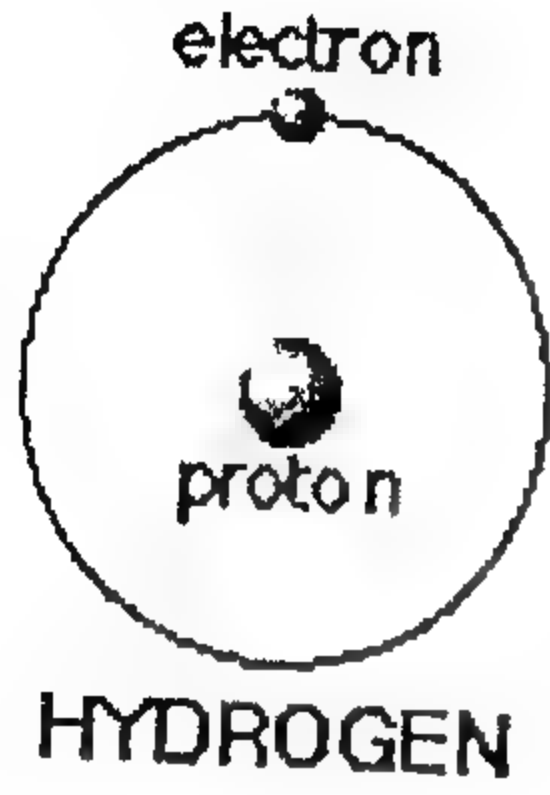
مدام كورى وزوجها فى المعمل



ألبرت اينشتاين
أشهر علماء القرن العشرين



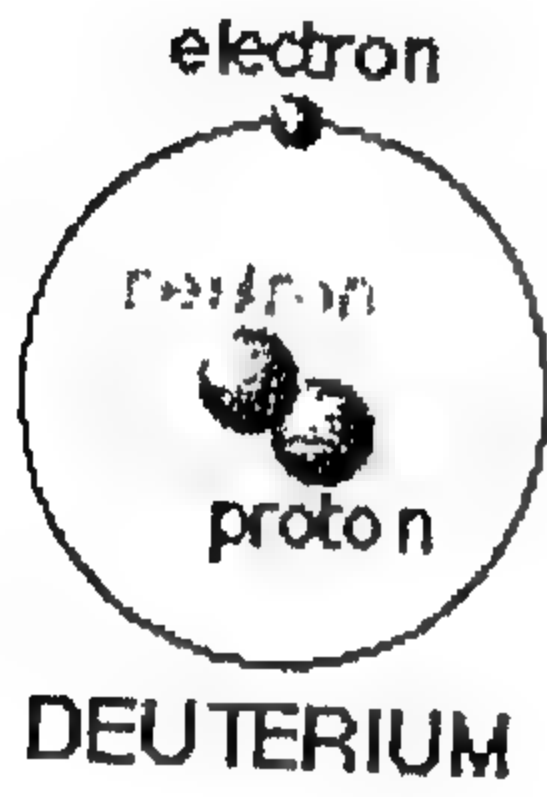
اينشتين مع بن جوريون



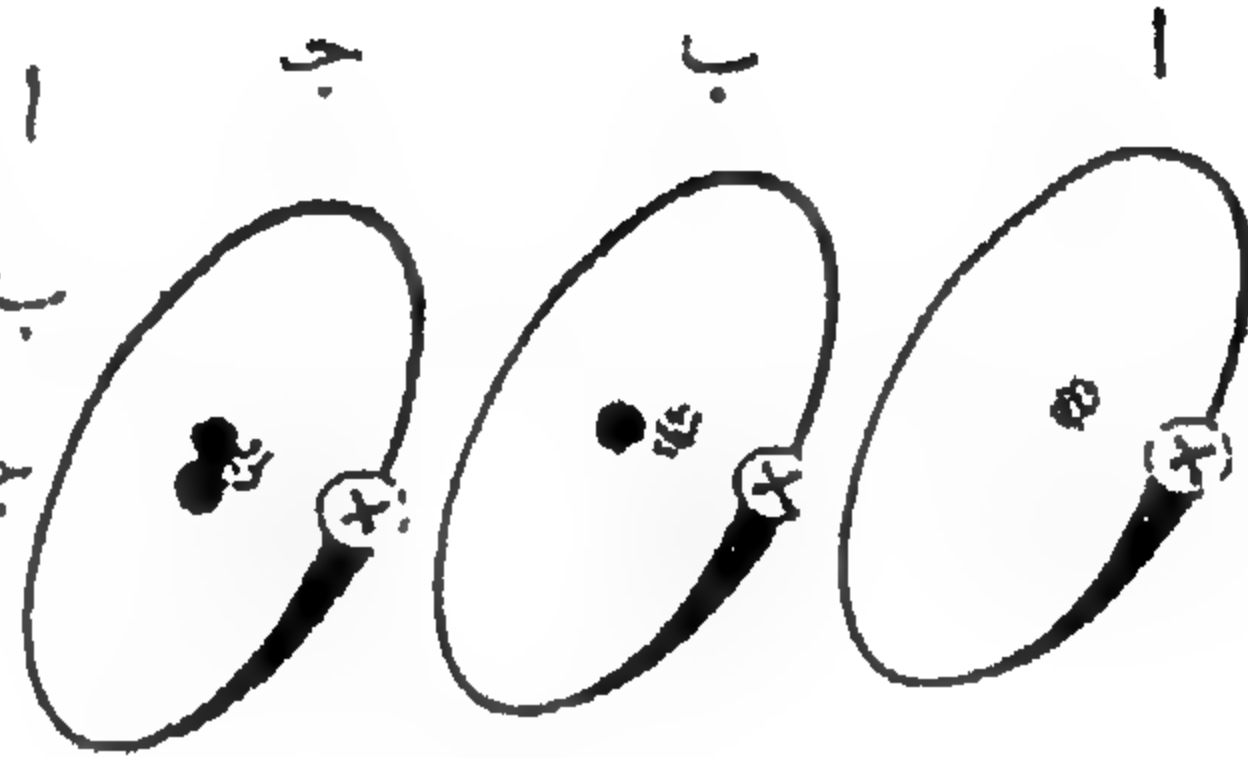
● نيوترون
(متعاد)

⊕ بروتون
(موجب)

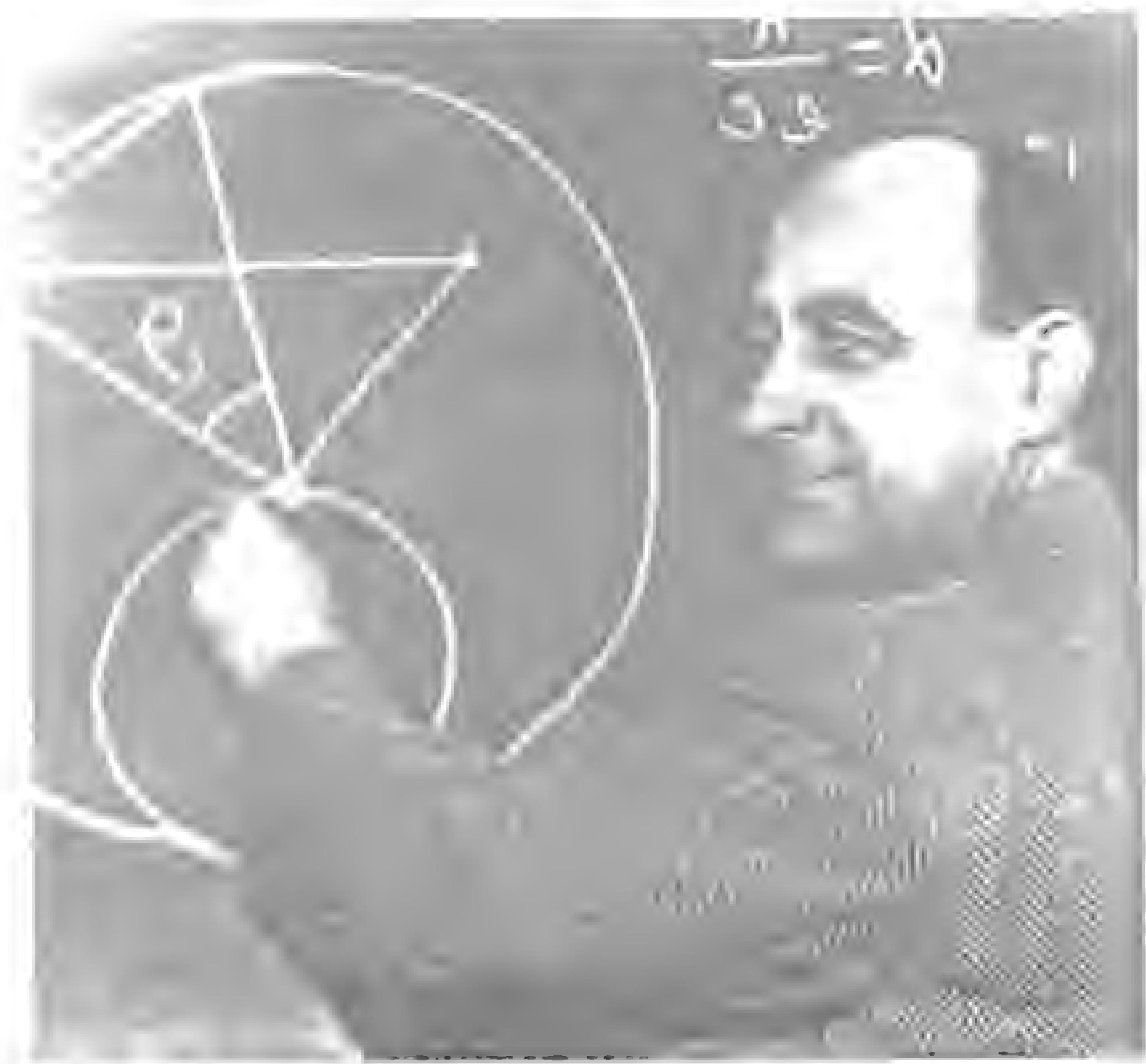
⊖ الكترون
(سالب)



أ- ذرة هيدروجين
ب- ذرة الديوتيريوم
ج- ذرة التريتيوم



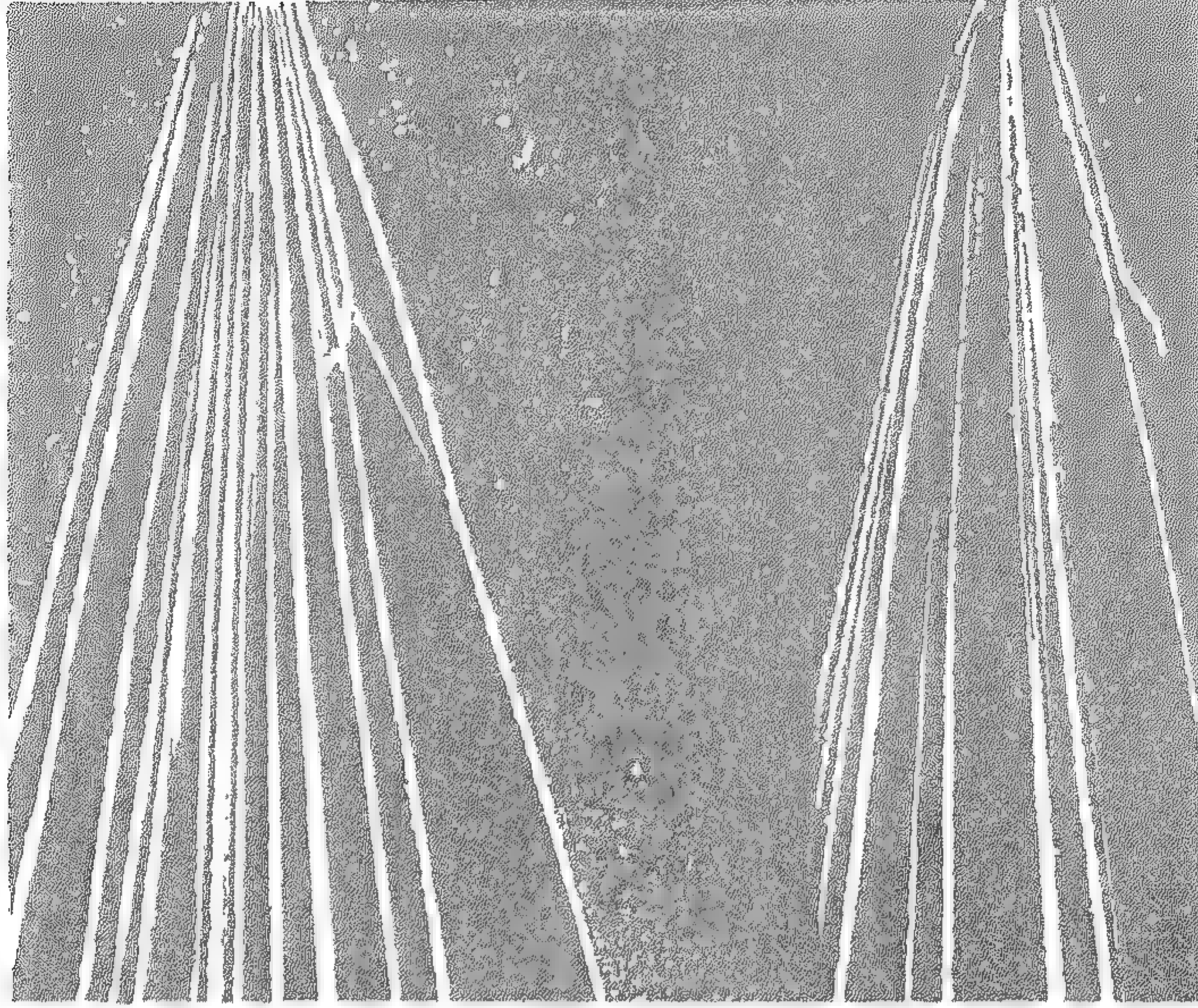
نظائر الهيدروجين أخف العناصر



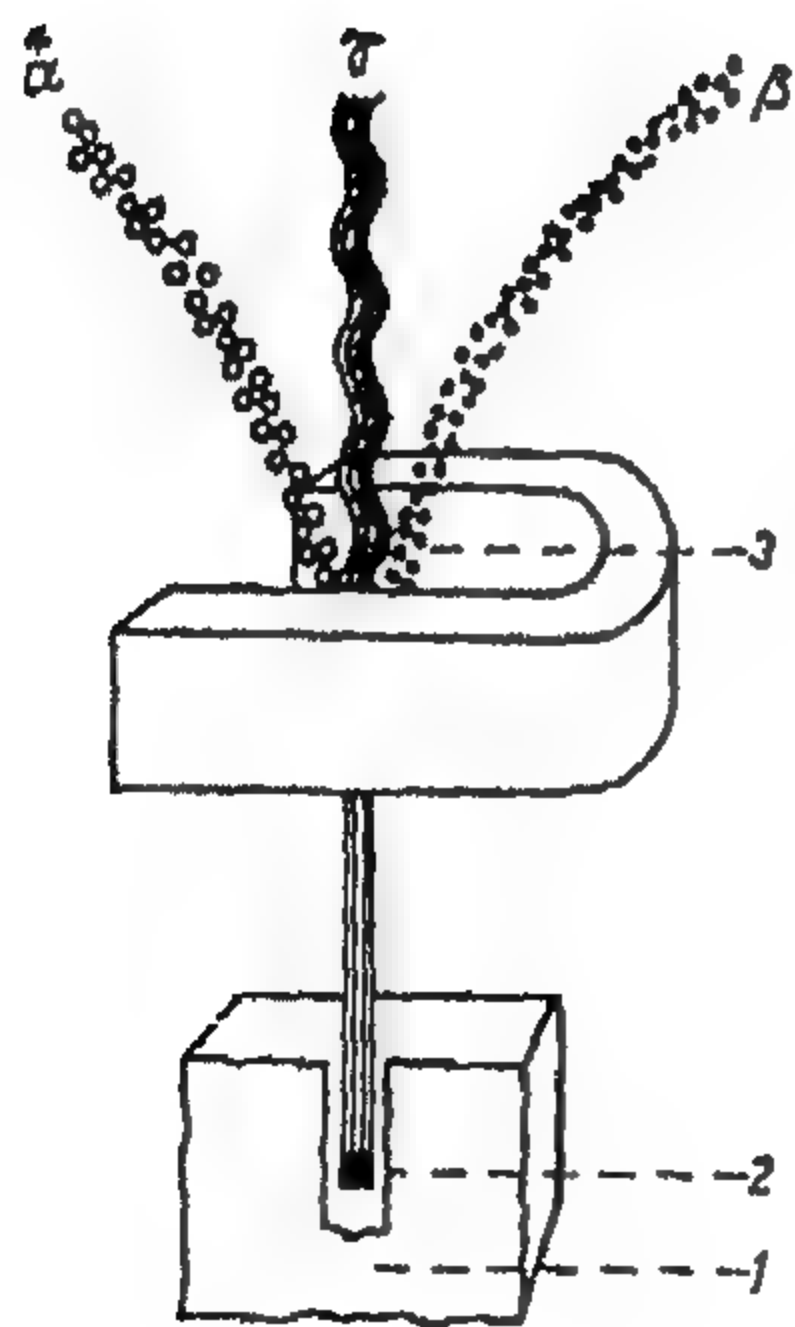
انريكو فيرمي بحري حسابات الكتلة الحرجة



ايرين كوري وزوجها فريديريك جوليو



صورة فوتوغرافية لمسارات أشعة ألفا
مأخوذة من غرفة الضباب لويلسن

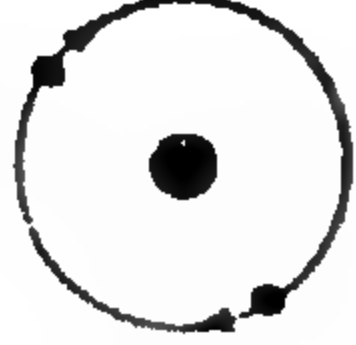
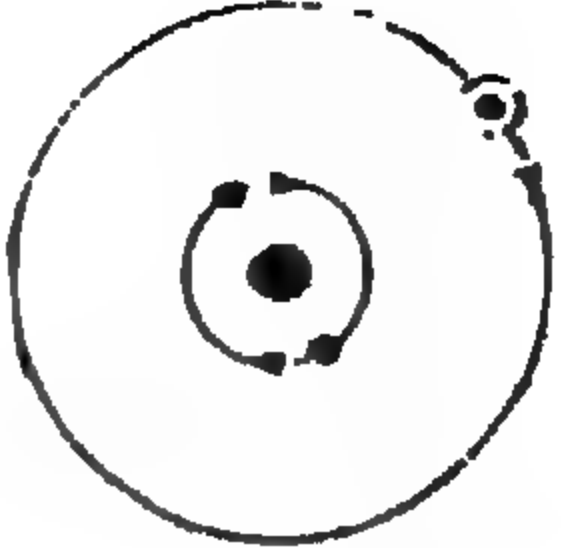
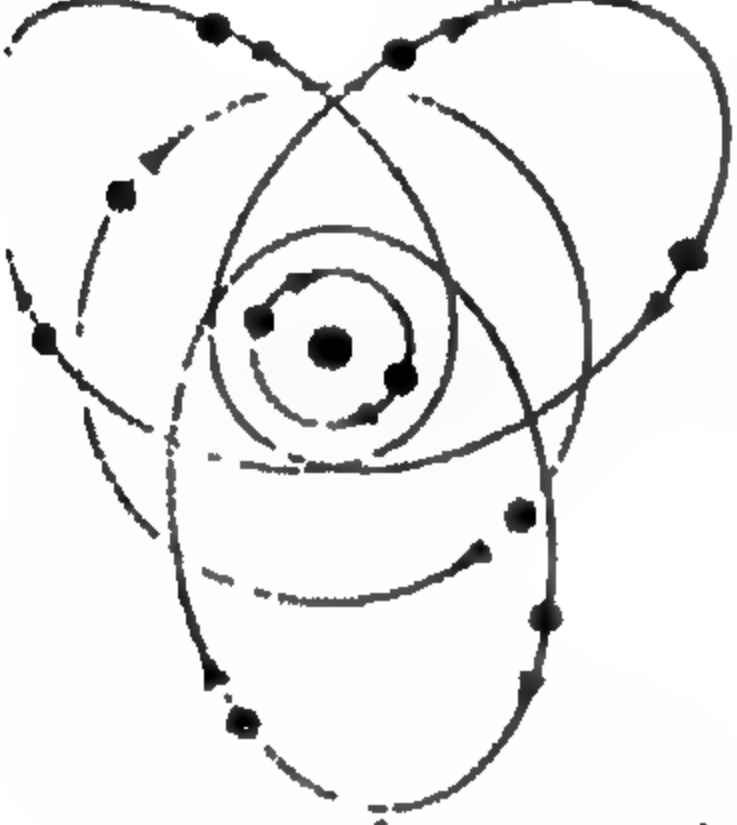
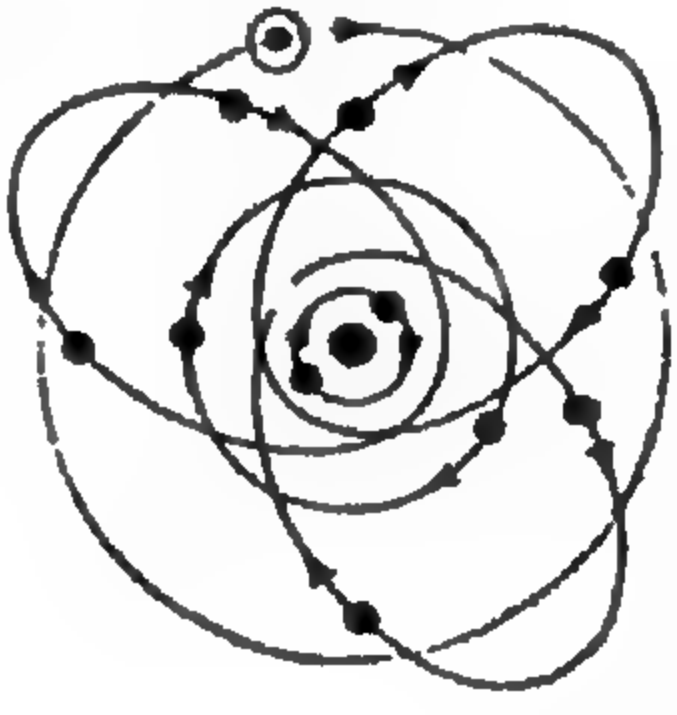


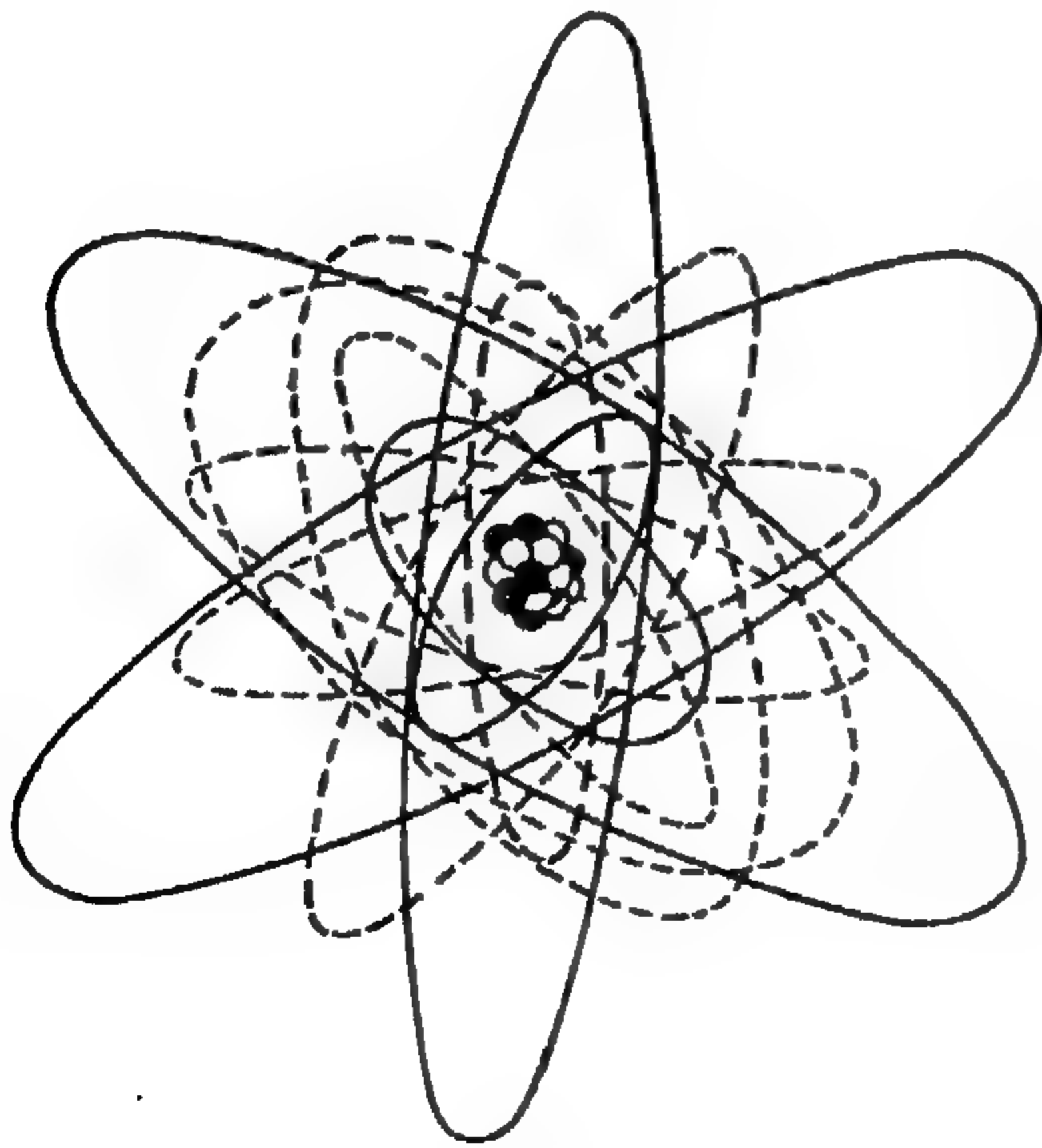
إشعاعات المواد المشعة :

١ - كتلة رصاص

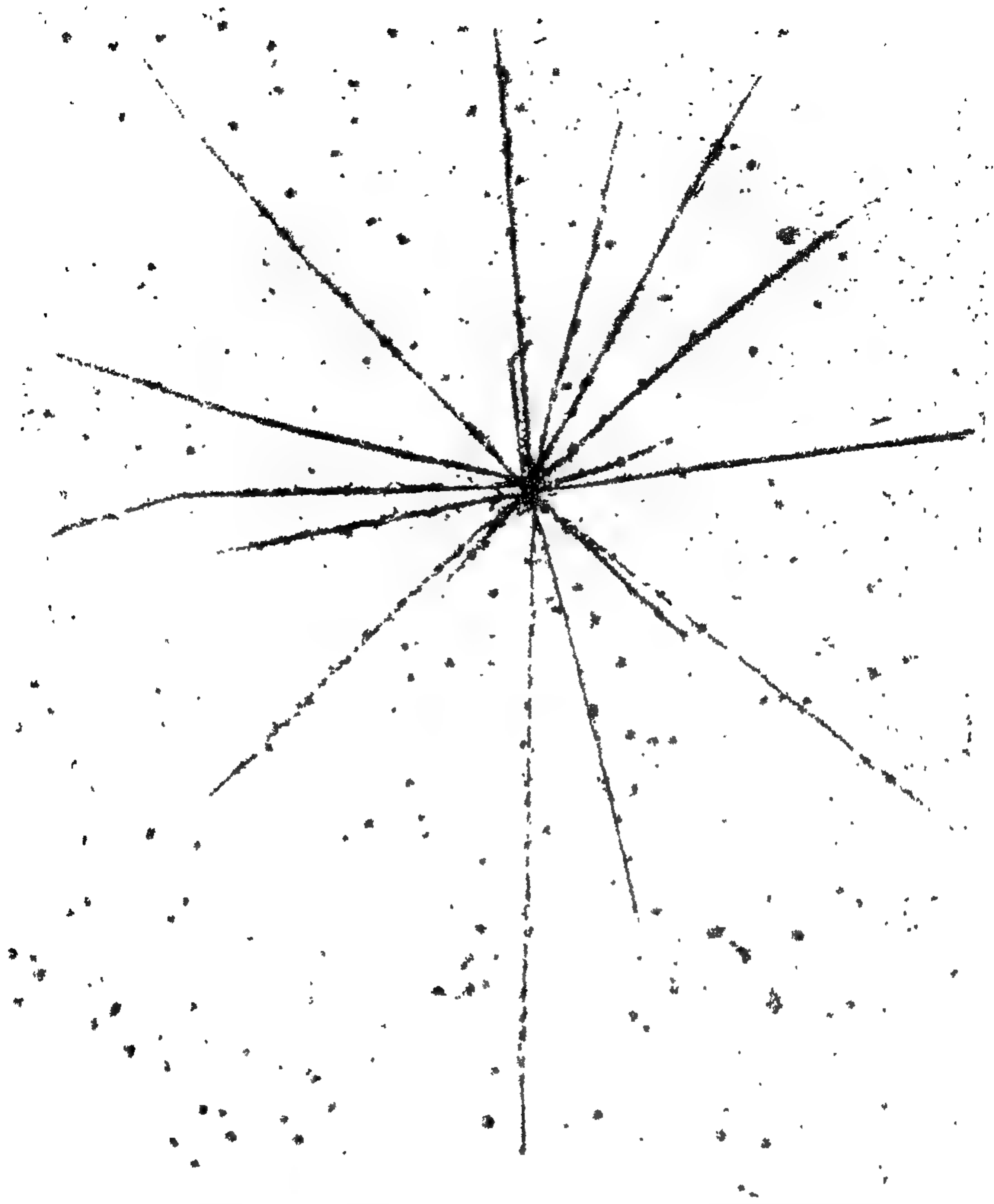
٢ - راديوم

٣ - مجال مغناطيسي

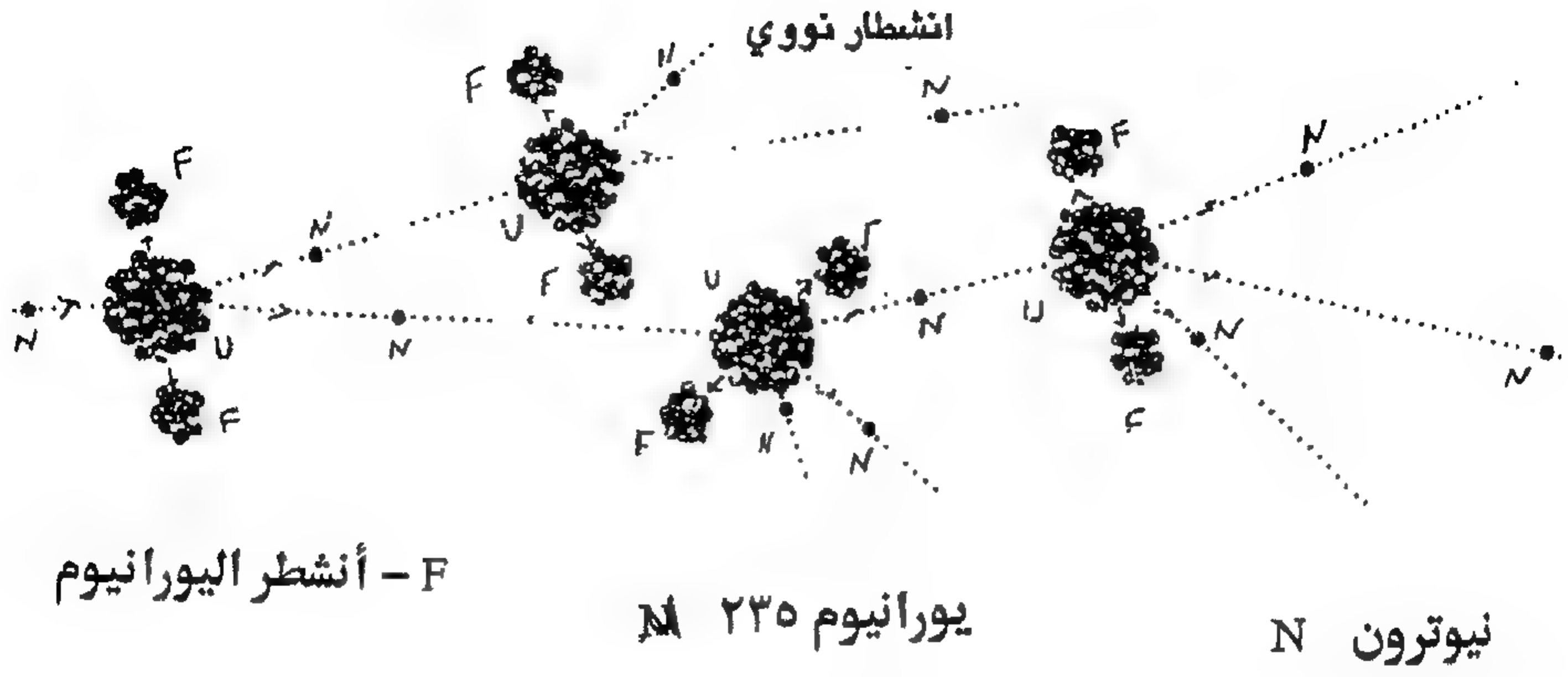
 <p>الليثيوم (٣ إلكترونات)</p>	 <p>الليثيوم (٣ إلكترونات)</p>
 <p>النيون (١٠ إلكترونات)</p>	 <p>الصوديوم (١١ إلكترونات)</p>



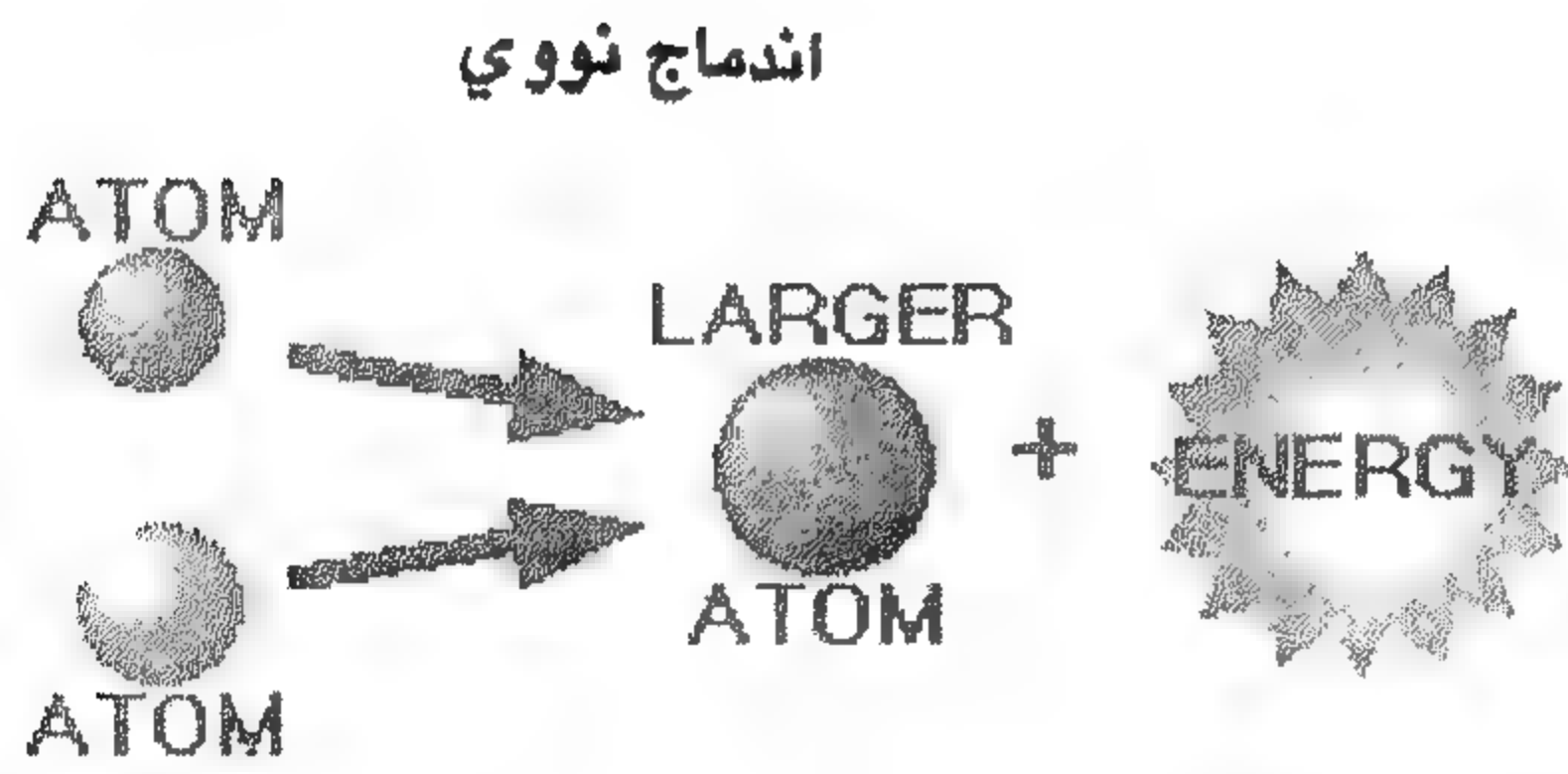
النواة والسحابة الإلكترونية للذرة

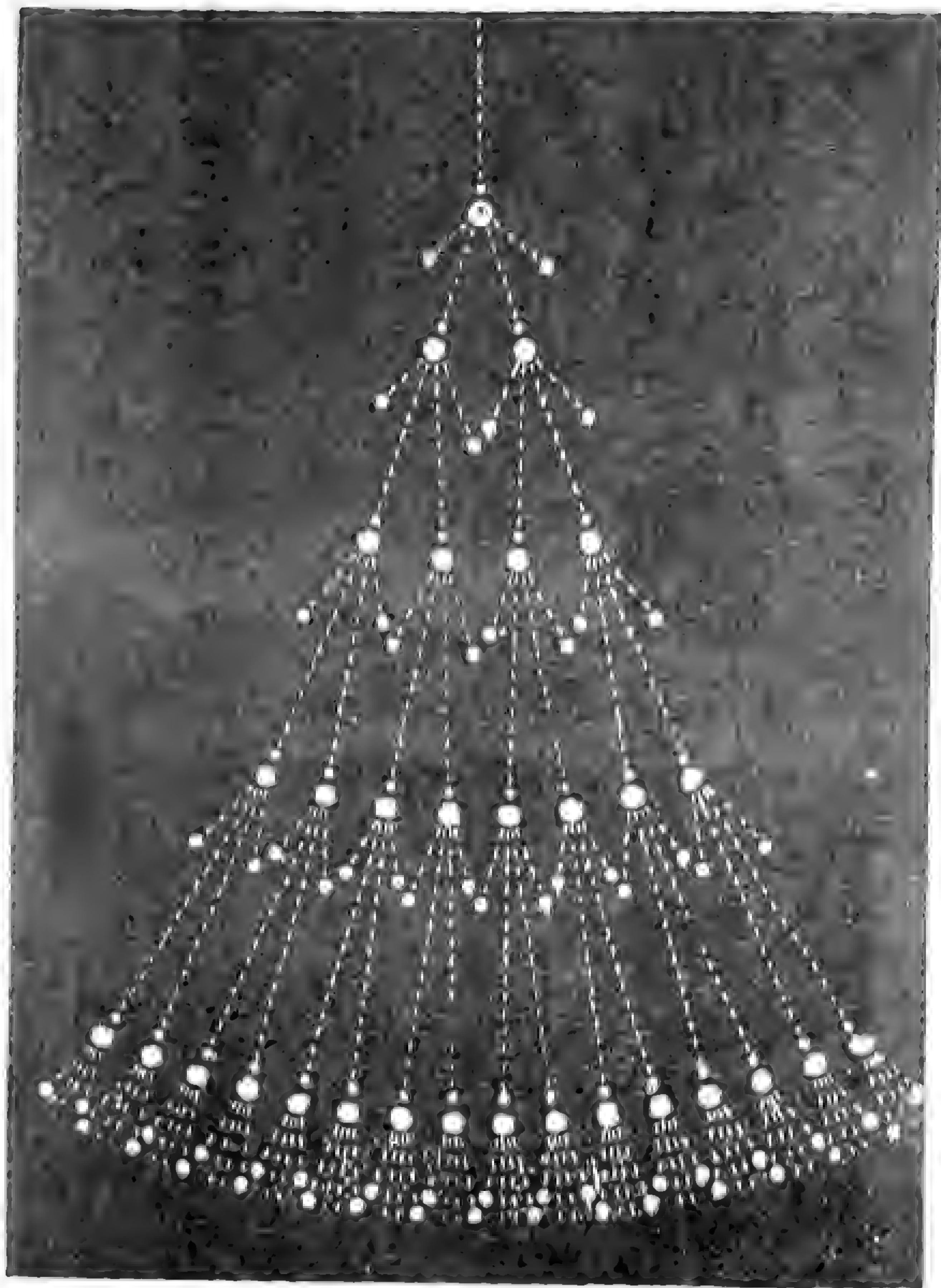


صورة توضح فعل نيوترون وقد اصطدم بذرة فنتج عن ذلك تفجير في الذرة
إلى ١٧ قطعة مختلفة تطايرت فأحدثت الخطوط التي نراها.



تسلسل عملية الانشطار النيوترون الميورانيوم





التفاعل المتسلسل



انريكو فيرمي المساهم الاكبر في صناعة القنبلة الذرية

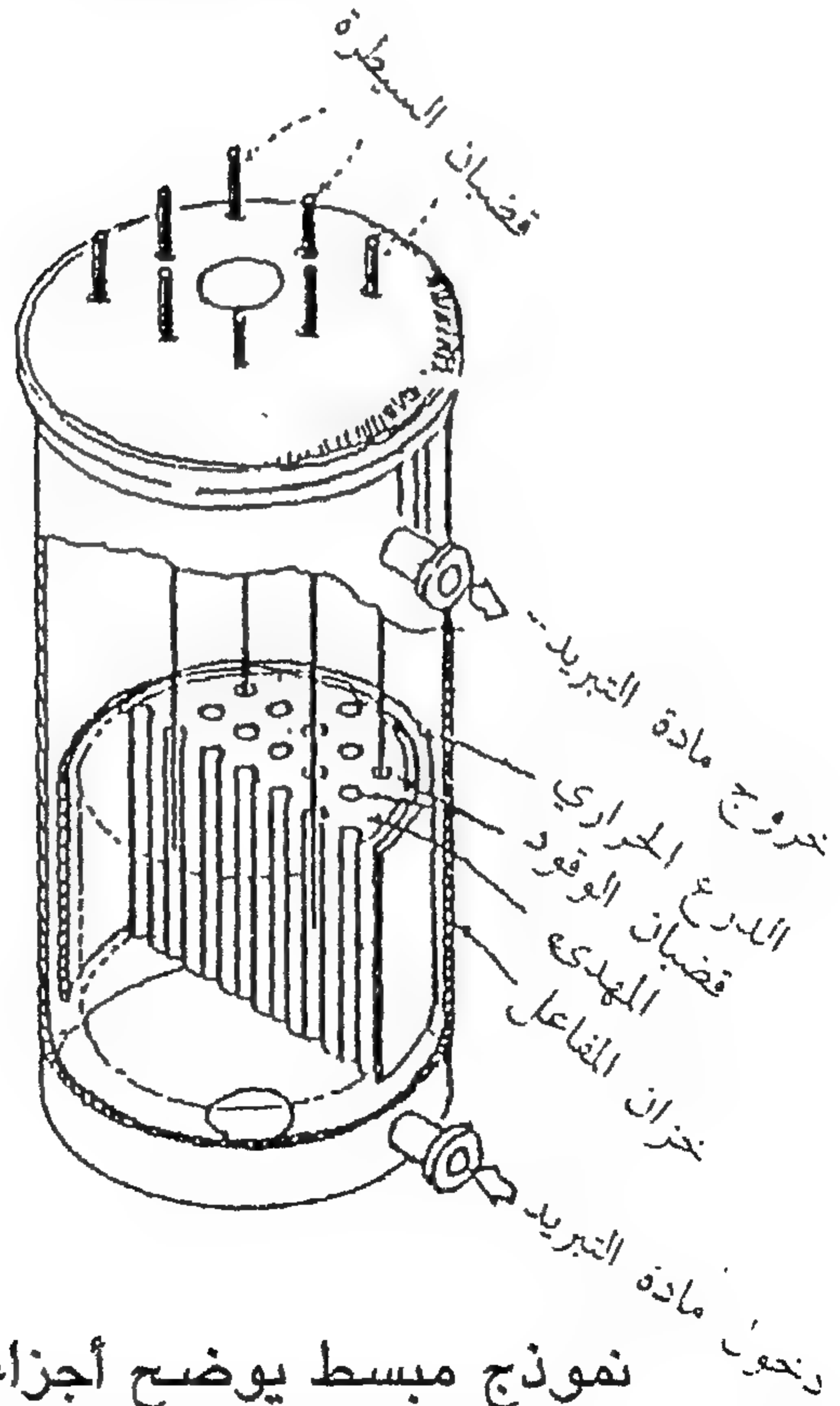


آرثر كومبتن مدير معامل البحوث

الذي ابلغ جيمس كونايت هانتها عن شروق شمس العصر الذري



شاديك
مكتشف النيوترون



نموذج مبسط يوضح أجزاء المفاعل من الداخل



التخطيط لمشروع مانهاتن
ألبرت أينشتاين وليوزيلارد



الرئيس الأمريكي فرانكلين روزفلت



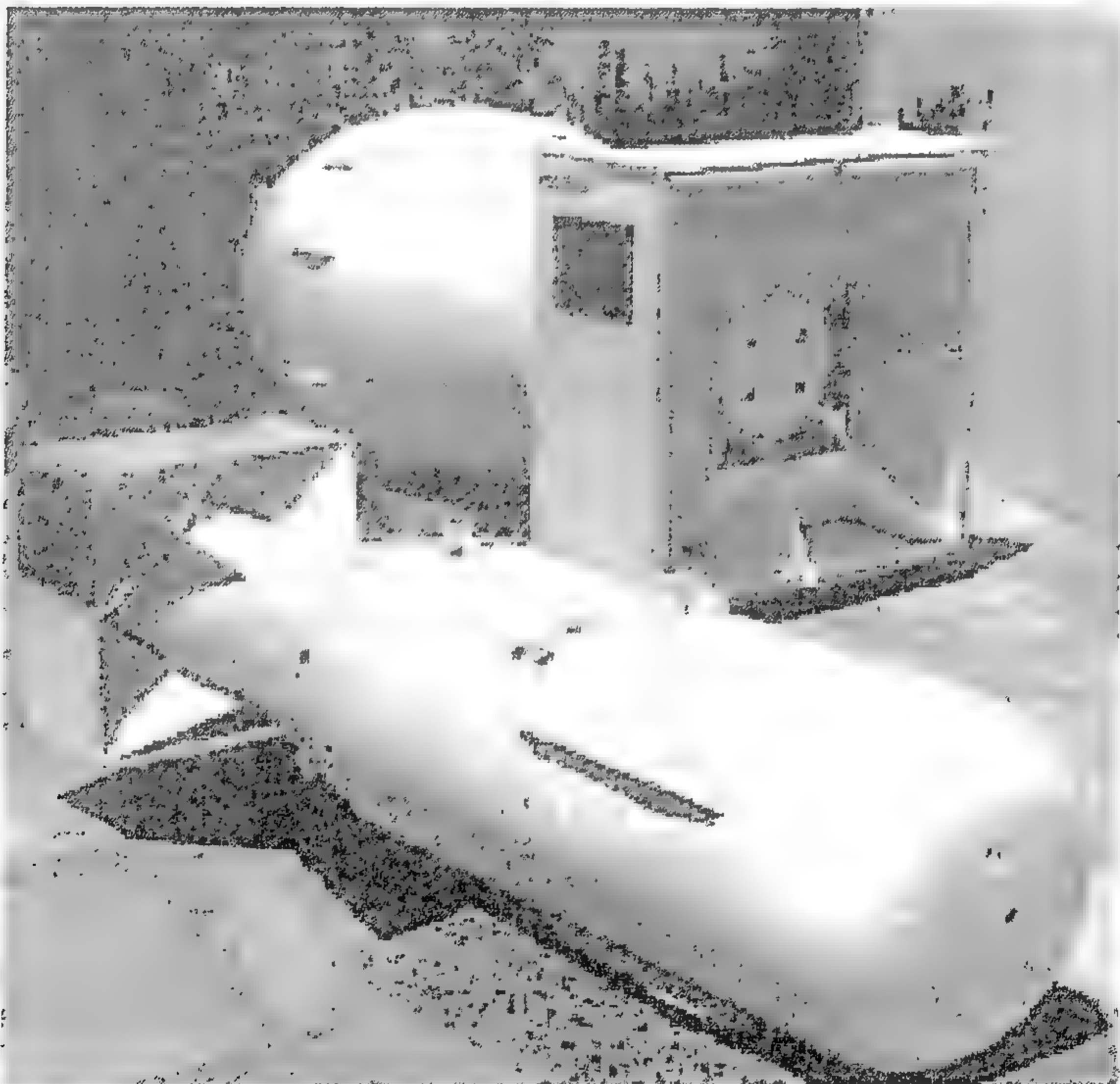
الرئيس الألماني أدولف هتلر بمصاحبة الرئيس الإيطالي بنيتو موسوليني
في ميونخ عام ١٩٤٠



مؤتمر يالتا في فبراير عام ١٩٤٥
من اليسار ونستون تشرشل وفرانكلين روزفلت وجوزيف ستالين

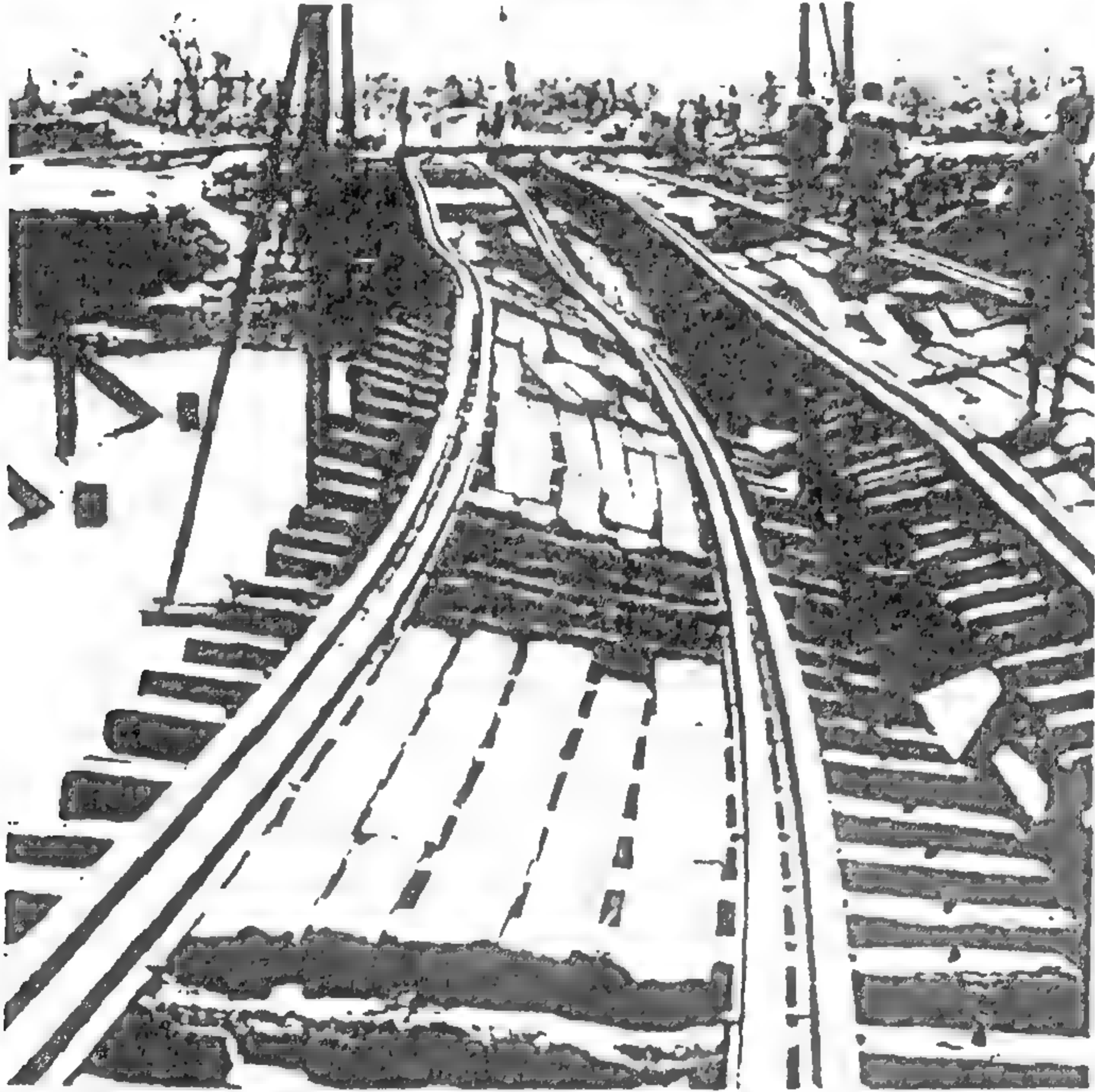


تفجير ذرى



القنيلتان الولد الصغير ألقيت على هيروشيما والرجل السمين ألقيت على نجازاكي

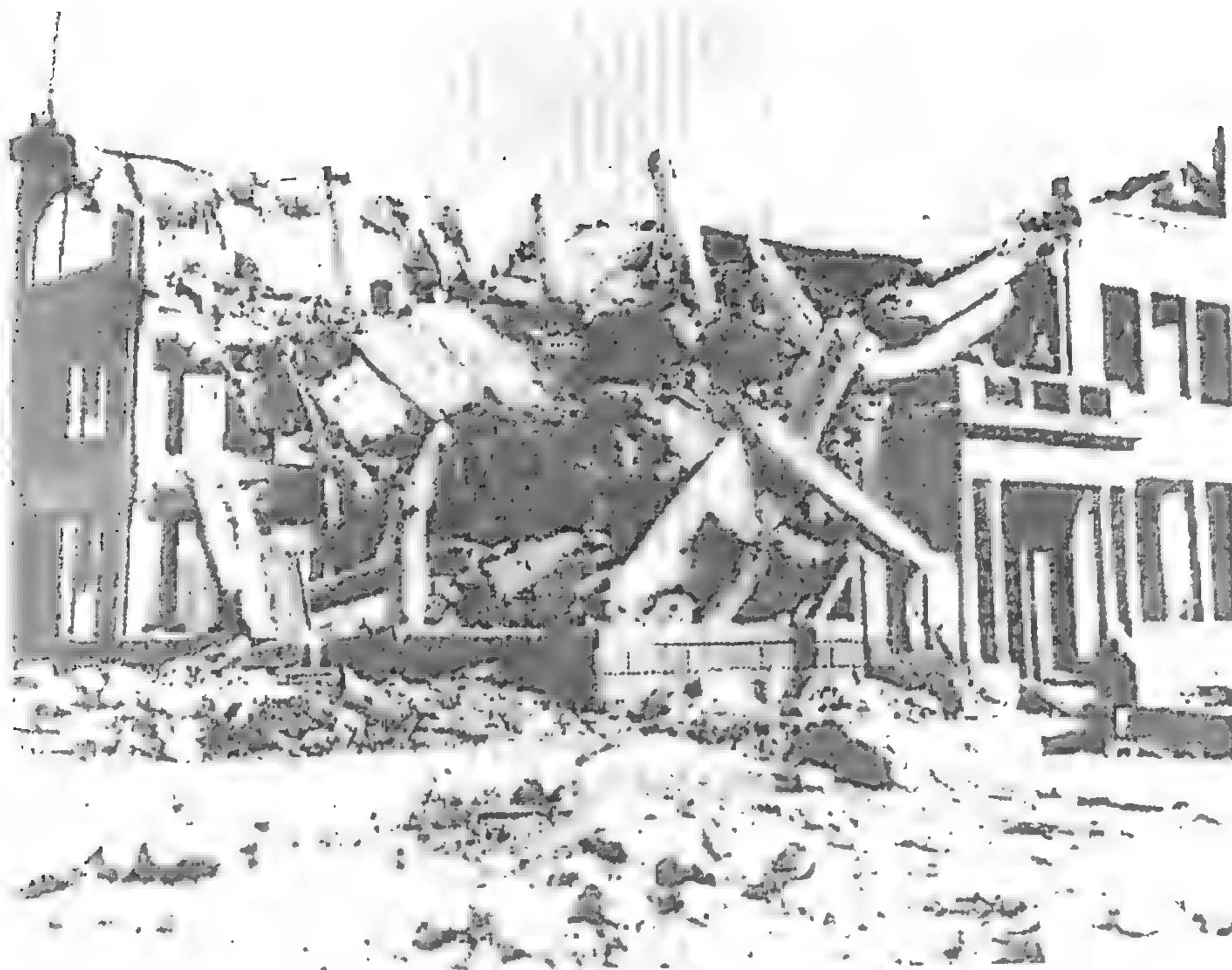
معرض



تسببت قوة الضغط والحرارة الشديدة في التواء القضبان الحديدية



رسم توضيحي لأول مفاعل ذرى
مكون من طبقات من اليورانيوم والجرافيت





الحق الانفجار ضررا شديدا بالمباني



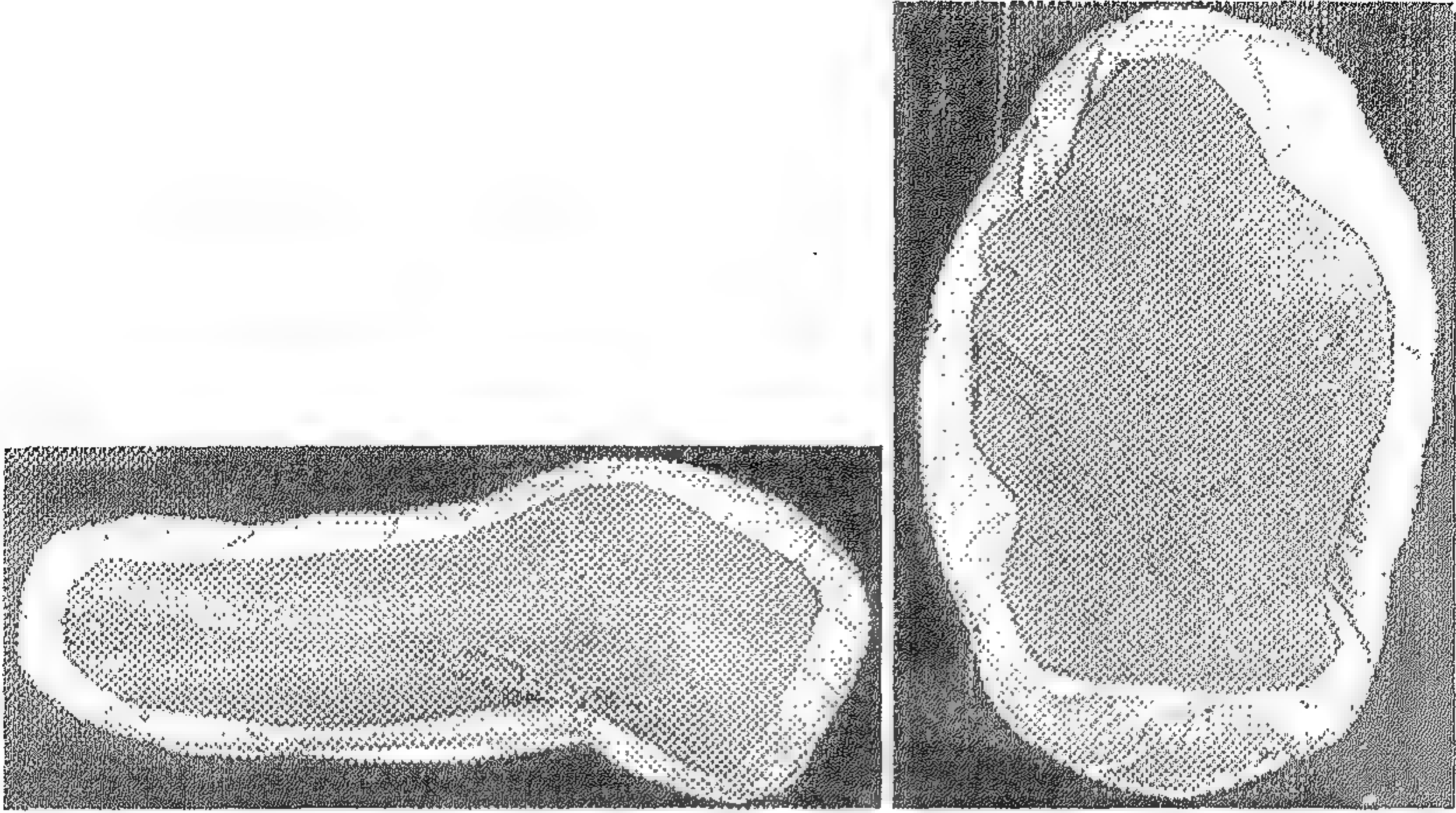
يبدو الرداء الياباني الشهير "الكيمونو" مطبوعاً على أجساد النساء



في البيت الأبيض الأمريكي. الرئيس هاري ترومان يعلن استسلام
اليابان في ١٤ أغسطس عام ١٩٤٥



توقيع وثيقة استسلام اليابان



أشلاء ضحايا القنابل الذرية



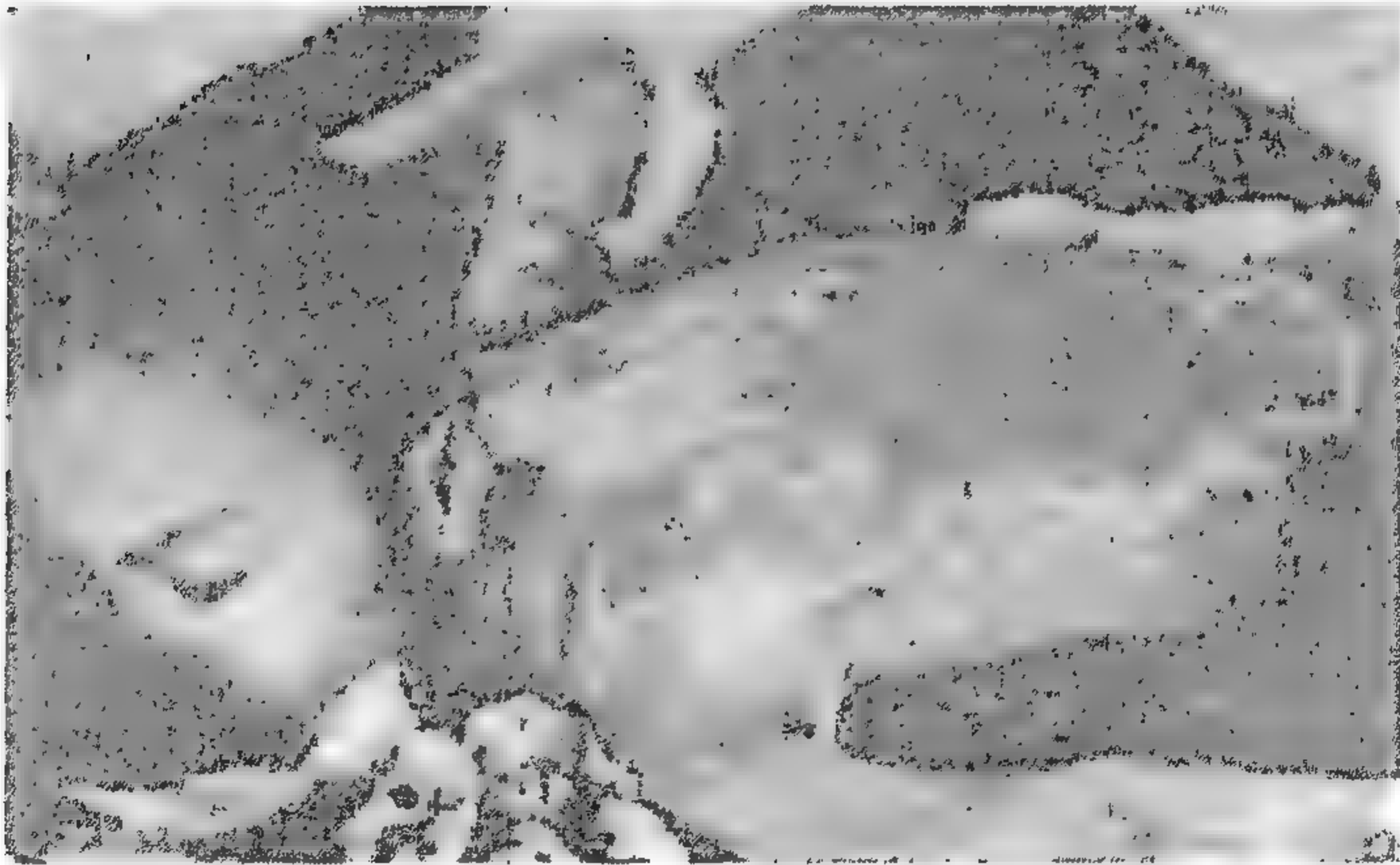
المطر الأسود ملوث بالإشعاع



بالقرب من مركز الانفجار
احترق الضحايا وتبدل الجلد من أجسامهم

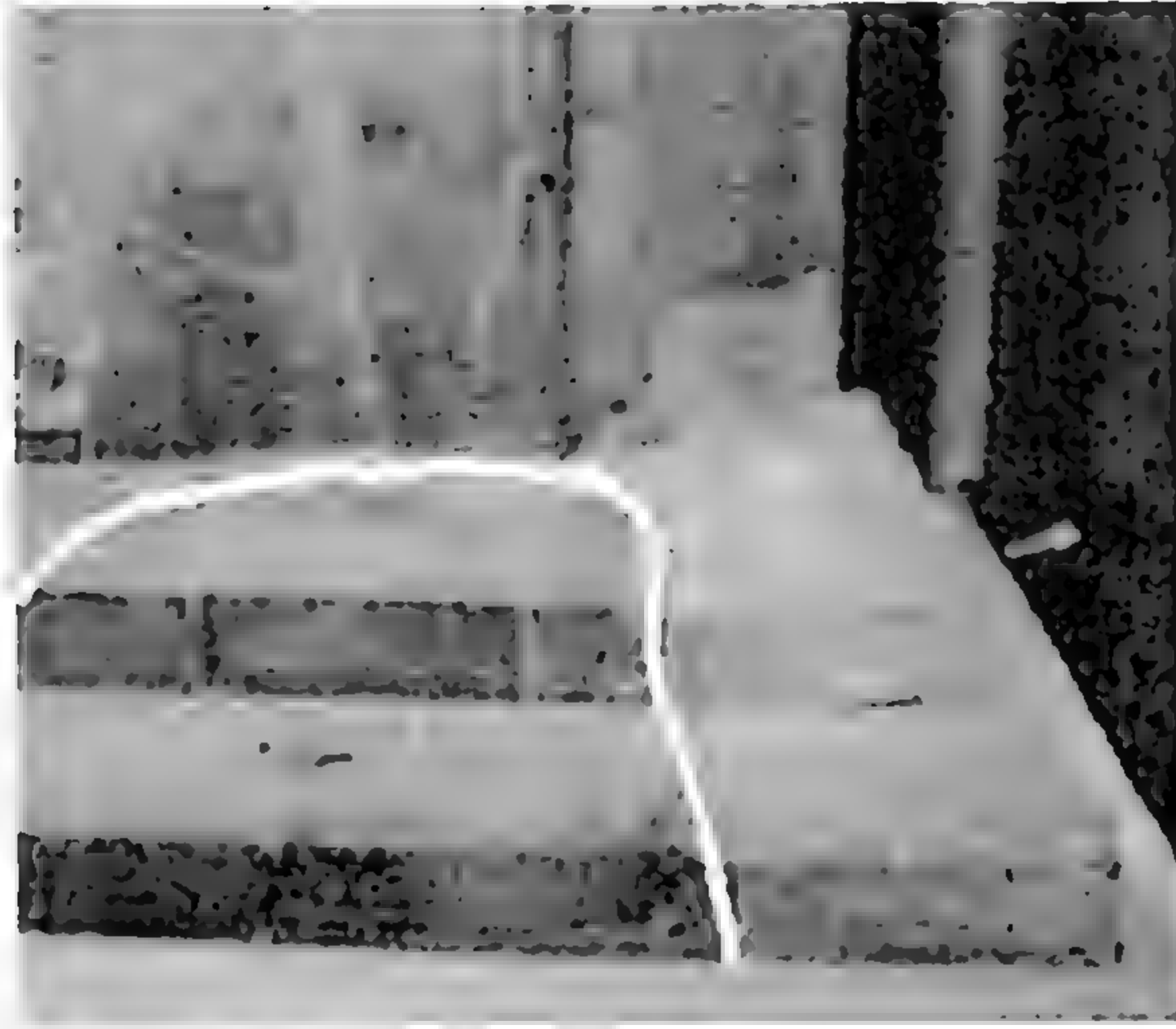


فتاة يابانية سقط شعرها تماما من تأثير الإشعاع



تظهر آثار حرائق الإشعاع

على جلد طفل ياباني على بعد ١,٥ ميل من مركز الانفجار



على بعد نصف ميل من مركز الانفجار
تظهر آثار الضحايا كظل دائم مطبوع على سلم حجري



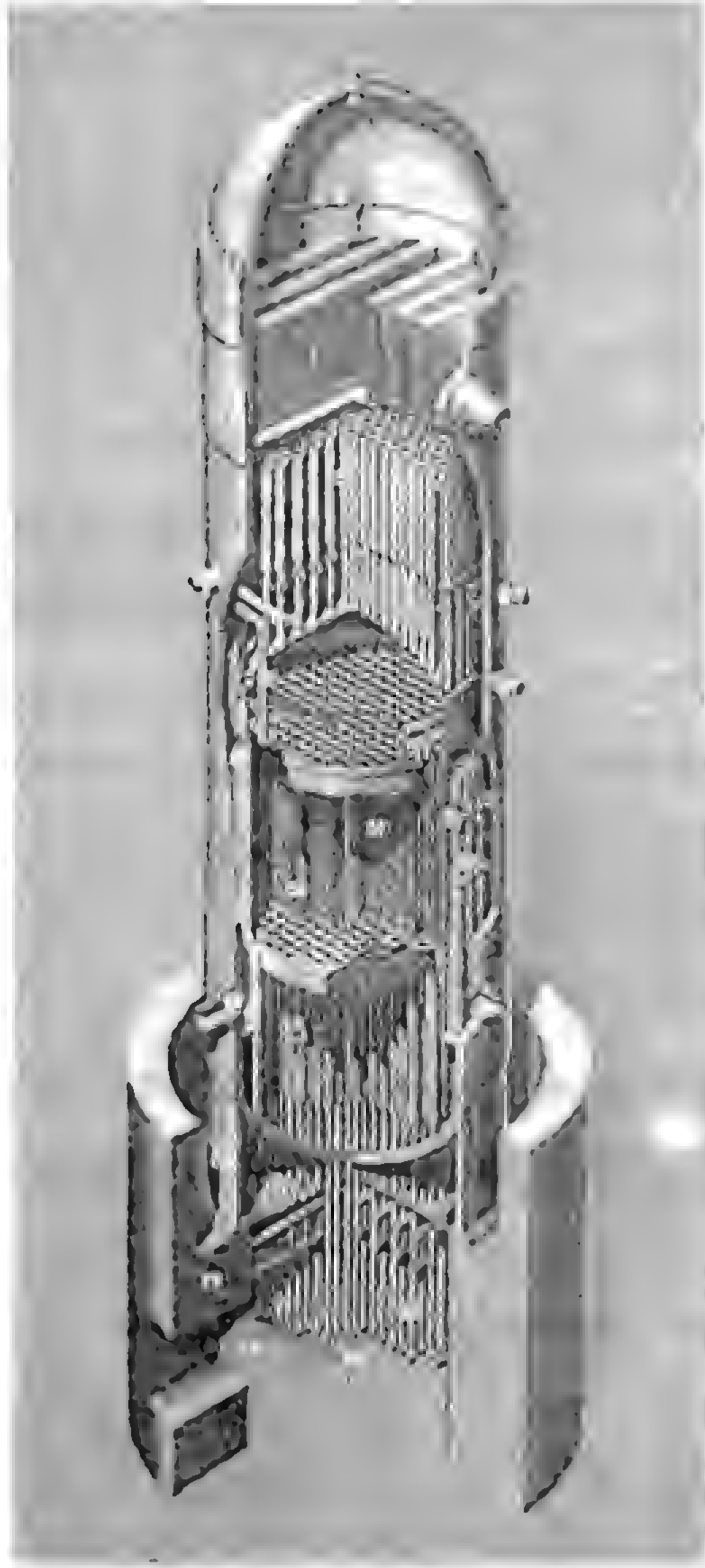
ظل دائم مطبوع لدعامات طريق المشاة فوق الجسر



ظل النباتات مطبوعا على عامود خشبي



مبنى الوكالة الدولية للطاقة الذرية



مقطع في المفاعل النووي من الداخل
يشكل الوقود الذري على هيئة قضبان لاستخدامها في المفاعل النووي

المراجع العربية

- ١- قصة الطاقة الذرية. تأليف لورا فيرمى. ترجمة عمر كامل الوكيل. مكتبة الأنجلو المصرية ١٩٦٣.
- ٢- من الذرة الى الطاقة. دكتور جمال الدين نوح. وزارة الثقافة والإرشاد القومي ١٩٦١.
- ٣- الذرات والطبيعة والإنسان. تأليف أ. هاينز. ترجمة سيد رمضان هدارة. قسم النشر بالجامعة الأمريكية بالقاهرة.
- ٤- تاريخ التكنولوجيا. ايجون لارسن. ترجمة دكتور مصطفى ماهر ١٩٧٧.
- ٥- العناصر الكيماوية. جيروم س. ماير. ترجمة د. أنور محمود عبد الواحد ١٩٦٧.
- ٦- الذرات والإلكترونات. ماتفى برونشتين. دار مير للطباعة والنشر. موسكو. ١٩٨٤.
- ٧- قصة الذرة - د. إسماعيل بسيوني الهزاع. المكتبة الثقافية (٢٢). وزارة الثقافة والإرشاد القومي. القاهرة - ١٩٦٠.
- ٨- البحث عن العناصر. إسحاق أسيموف. ترجمة إسماعيل حقي ١٩٦٨.
- ٩- الحرب النووية القادمة. د. جمال الدين محمد موسى. الهيئة المصرية العامة للكتاب. ١٩٨٦.
- ١٠- مصادر الوقود النووي. آرثر ل. سينحلتون. ترجمة فؤاد عبد العال. قسم النشر بالجامعة الأمريكية بالقاهرة ١٩٧٢.
- ١١- جولة في عالم الفلزات النادرة. س. فينيتسكى. ترجمة عيسى مسوح. دار مير للطباعة والنشر. موسكو. ١٩٨٧.
- ١٢- سلسلة العلم في خدمة الإنسان (الذرة - الكيمياء - الجزء الثاني والثالث). د. محمد الشحات. مكتبة الأنجلو المصرية القاهرة ١٩٦٩.
- ١٣- القوى النووية. الألف كتاب (٤٨٦). ترجمة د. يونس صالح سليم. دار الفكر العربى ١٩٦٣.
- ١٤- الذرة ومنافعها السلمية. مارتن مان. ترجمة د. عبد الحميد أمين. عالم الكتب ١٩٦١.

- ١٥- الذرات .روبرت لفون جرامون.ترجمة أحمد الأرفلى.شركة تراد كسيم
١٩٧٧.
- ١٦- اليابان-الدولة الحديثة والدور الأمريكى.د.فوزى درويش.القاهرة ١٩٨٩.
- ١٧- الطاقة ومصادرها المختلفة.د.أحمد مدحت إسلام.مركز الأهرام للترجمة
والنشر ١٩٨٨.
- ١٨- الحرب العالمية الثانية.د.صلاح العقاد.مكتبة الأنجلو المصرية.القاهرة
١٩٦٣.
- ١٩- التلوث مشكلة العصر.د.أحمد مدحت إسلام.عالم المعرفة. (١٥٢) المجلس
الوطنى للثقافة والفنون والآداب.الكويت ١٩٩٠.
- ٢٠- ندوة تلوث البيئة الإشعاعى المنعقدة بالمركز القومى للبحوث من ٢٢/٤
الى ٢٣/٤/١٩٨٧.
- ٢١- المفاعلات النووية ونقل تقنياتها.د.طالب ناجى الخفاجى.مكتب التربية
العربى لدول الخليج.الرياض ١٩٨٩.
- ٢٢- احتمالات نهاية الكون.قسم التأليف والترجمة.دار الرشيد.دمشق.بيروت
١٩٨٨.
- ٢٣- جولة عبر العلوم.ج.ن.ليونارد.ترجمة السيد المغربى.الهيئة المصرية العامة
للكتاب ١٩٧٧.
- ٢٤- تاريخ الاختراع.ايجون لارسن.ترجمة د.أنور محمود عبد الواحد.مؤسسة
سجل العرب ١٩٦٤.
- ٢٥- الذرة ومستقبل العالم -د.محمد محمود غالى.لجنة التأليف والترجمة
والنشر.القاهرة-١٩٥٥.
- ٢٦- الفيزياء النووية والمفاعلات النووية -أ.ن.كليموف، ترجمة مجدى مصطفى
إمام، دار مير للطباعة والنشر موسكو ١٩٨٠.
- ٢٧- الفوتونات والنويات -سلسلة كتب الفيزياء للجميع ، الكسندر كيتا
يجورودسكى ، ترجمة د.داود سليمان المنير ، دار مير للطباعة والنشر - موسكو-
١٩٨٥.

- ٢٨- أعداد من مجلة العلم المصرية - أكاديمية البحث العلمى و التكنولوجيا.
- ٢٩- عالم النواة و بداية عصرها فى مصر - د. فتحى البديوى . الهيئة المصرية العامة للكتاب القاهرة ١٩٩٣ .

المراجع الأجنبية

- 1- HIROSHIMA, JOHN HERSY , ALFRED A. KNOPE, NEW YORK, 1987.
- 2- SCIENCE AND TECHNOLOGY IN ASIAN DEVELOPMENT. UNESCO . NEW DELHI AUSVEST 1986 .
- 3- ANNALS OF NUCLEAR ENERGY VOL. 4 , NO. 6-8 , 1977.
- 4- THE DISPOSAL OF RADIOACTIVE WASTES FROM FISSION REACTORS. BERNOLCOHEW SCI. AM. 256,6,JUNE 17, 1980.
- 5- SAFETY SERIES NO. 55 PLANNING FOR OFF - SITE RESPONSE TO RADIATION. ACCIDENTS IN NUCLEAR FACILITIES, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, VIENNA, 1981
- 6- ATOMIC ENERGY DEVELOPMENT, FIFTH SEMI - ANNUAL REPORT OF THE UNITED STATES ATOMIC ENERGY COMMISSION, 1947 - 1948 U.S.GOVERNMENT PRINTING OFFICE, 1948.
- 7- INTRODUCTION TO NUCLEAR ENGINEERING. RICHARD STEPHENSON. MC GRAW - HILL BOOK COMPANY INC., 1954.
- 8- ACTION OF RADIATION ON LIVING CELLS. DOUGLAS E. LEA. CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS, 1947.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

رقم الإيداع بدار الكتب ١٩٩٩ / ٩١٦٩

الترقيم الدولي ISBN 977-19-9162-0

الدنيا الجديدة

فى هذا الكتاب تجوب بنا عجلة التاريخ فى دراسة الذرة،
طوافه عبر بلاد الإغريق إلى بلاد الإنجليز وفرنسا
ثم إيطاليا وألمانيا وأخيرا القارة الأمريكية.
وعندما تمكن العلماء من انتزاع الطاقة الذرية من عقالها،
استغلت فى صناعة القنابل الذرية وألقيت على اليابان فى أغسطس
عام ١٩٤٥. ومرت سنوات. وجاء أغسطس عام ١٩٤٩،
وهو شهر حاسم فى تاريخ الطاقة الذرية،
حيث أنهى ذلك التاريخ احتكار الولايات المتحدة للسلاح الذرى.

■ ويصدر هذا الكتاب فى ذكرى مرور خمسين عاما
على عولمة الطاقة الذرية، بعد اقتناء روسيا السلاح الذرى.
وبعدها كانت بريطانيا وفرنسا، ثم الصين وإسرائيل والهند
وجنوب أفريقيا وباكستان وأوكرانيا والعراق وكوريا الشمالية.
وكل خمس سنوات، تحوز دولة جديدة سلاحا ذريا.

■ إنها قصة تشبع العقل والخيال العلمى فى آن واحد.
نقدمها للقارئ العربى والأجيال الصاعدة.
راجين أن يسهم الجميع بالعلم والجهد فى خدمة السلام
لنبدأ عصرا جديدا مع بداية قرن جديد.

